

**DIE ONTWERP EN EVALUERING  
VAN 'N LUSERNSKEIDINGSAPPARAAT  
VIR SUID-AFRIKAANSE BEHOEFTE**

**PIETER WILLEM DE BEER**

**DIE ONTWERP EN EVALUERING VAN 'N LUSERSKEIDINGSAPPARAAT  
VIR SUID-AFRIKAANSE BEHOEFTE**

deur

**PIETER WILLEM DE BEER**

Verhandeling voorgelê ter voldoening aan die vereistes vir die graad

**MAGISTER TECHNOLOGIAE:  
INGENIEURSWESE: MEGANIES**

in die

Fakulteit Ingenieurswese  
Departement Meganiese Ingenieurswese

aan die  
Technikon Vrystaat  
Bloemfontein

November 2002

Studieleier: Dr. J.A. Strauss  
Medestudieleier: Mnr. C.G.F. Richter



## VERKLARING TEN OPSIGTE VAN SELFSTANDIGE WERK

Ek, PIETER WILLEM DE BEER, verklaar hiermee dat die navorsingsprojek wat vir die verwerwing van die graad MAGISTER TECHNOLOGIAE: in INGENIEURSWESE: MEGANIES aan die Technikon Vrystaat deur my voorgelê word, my selfstandige werk is en nie voorheen deur my of enige ander persoon ter verwerwing van enige kwalifikasie voorgelê is nie.



.....  
HANDTEKENING VAN DIE STUDENT

11 MAART 2003

.....  
DATUM

## BEDANKINGS

Aan die volgende persone my opregte dank en eerbied vir die waardevolle hulp en ondersteuning wat hulle tydens die duur van die navorsingsprojek aan my verleen het:

Mnre. J. Geldenhuis, C.F. Combrinck, R.B. van Buuren en C.J.B. Bezuidenhout wat dit vir my moontlik gemaak het om met my studies voort te gaan en die navorsing op my projek te doen.

Dr. J.A. Strauss wat opgetree het as my studieleier en Mnr. C.G.F. Richter as medestudieleier.

Die Universiteit van die Vrystaat vir hul ondersteuning.

Me. Sue Cook vir al die soektogte vir inligting wat sy onderneem het.

Spesiale dank aan my vrou, Jacolise, en my dogtertjie, Lara-Leigh Amber, vir hulle geduld en ondersteuning die afgelope twee jaar.

Laaste, maar nie die minste nie, dank aan my Skepper vir die nodige leiding, deursettingsvermoë, krag en genade om die navorsingsprojek te voltooi.



In sommige marksituasies kan die waarde van gedehidreerde lusern aansienlik verhoog word deur die produk in verskillende vlakke van proteïene te skei, normaalweg deur pneumatiese skeiding. Hierdie metode is deur die Departement van Landbou in die Verenigde State van Amerika ontwikkel. Lugskeiding is nie altyd die optimummetode van skeiding in die geval waar hoë en lae proteïene vir dierevoeding aangewend word nie. Skeiding van die blare en die stingels kan 'n groter bruto-inkomste vir die boer/landbouer genereer, deurdat 'n produk met 'n hoër proteïeninhoud vir die diere aangewend kan word. Die markbehoefte vir die geskeide lusern vereis 70 % blaarinhoud (wat die hoëproteïenekomponent verteenwoordig) vir snylengtes van 60 mm, 120 mm en 150 mm. Die oorblywende stingelgedeeltes (30%) sal 'n lae proteïeninhoud lê.

Die lusernskeidingsapparaat is as 'n prototipe ontwerp en vervaardig om die prinsipie van lusernskeiding te toets voor die kommersiële produk vervaardig word. Van elke toets tydens die skeidingsproses is daar tien monsters van 10 g elk geneem by drie verskillende uitlate ten einde die laboratoriumtellingtoetse uit te voer. Die monsters is onder 'n mikroskoop getel om die skeidingspersentasie tussen die hoë en lae proteïene te bepaal. Die proses is herhaal om opsommende tabelle op te stel om die optimum skeidingsvlak van die hoëproteïengedeelte by 'n bepaalde uitlaat van die lusernskeidingsapparaat teen 'n sekere snelheid te bepaal.

Toetse het getoon dat die skeidingsproses vir lusern met 'n blomstadium van 20 % deurgaans beter was as die groep lusern met 'n blomstadium van 100 %. Die beste skeiding is verkry by die eerste twee uitlate, teen 'n rotasiesnelheid van 350 revolusies per minuut (rpm).

Volgens die LNR-laboratoriumontledings het die proteïenvlakke van die hoëproteïenekomponent tussen 22,3 % en 26,23 % gewissel, wat ten volle aanvaarbaar is vir die mark, aangesien 20 % voldoende is.

'n Prototipe van die lusernskeidingsapparaat is vir die plaaslike mark ontwikkel om aan die behoefte te voldoen om waarde tot die produk (lusern) toe te voeg.

## SUMMARY

In certain market situations the market value of dehydrated lucern can be increased dramatically by separating the different levels of protein by applying a pneumatic separation process.

The pneumatic separation method was developed by the Department of Agriculture in the USA. In a situation where high and low level protein is needed for animal food, air separation is not always the most effective method. The separation of leaves and stems will generate a higher-quality product because the protein content will be higher and will thus increase the gross income for the farmer. The market requirements for separated lucerne requires 70% leaf content (which represents the high protein component) at cut lengths of 60 mm, 120 mm and 150 mm. The remaining seeds (30%) will have a low protein content.

A lucerne separation apparatus was developed for this study as a prototype in order to determine the concept and principles of the process before the apparatus could be commercialised. In every test, ten samples of 10 g each were collected from three different outlets for laboratory testing. The specimens were counted microscopically to determine the separation percentage between the high and low level proteins. The process was then repeated in order to compile tables for determining the optimum separation level of lucerne at a specific outlet and speed.

The tests showed that the separation percentage of lucerne with a flower stage of 20 %, continuously performed better than the group with a flower stage of 100 %. The best results for the separation were at the first two outlets at a speed of 350 revolutions per minute (rpm).

According to the laboratory analysis by the ARC, the protein levels of the high protein component varied from 22,3 % to 26,23 %, which is fully acceptable to the market, where the need is only some 20 %.

The prototype was built with the vision that a South African design can also be successfully utilised to increase the value of lucerne.

## INHOUDSOPGAWE

### 1. INLEIDING

1.1 Inleiding tot die navorsing .....	1
1.2 Doel van die studie .....	2
1.3 Hipotetiese oplossing .....	2
1.4 Afbakening van die navorsingsprojek .....	2
1.5 Samestelling van die verhandeling .....	3

### 2. DIE LUSERNBEDRYF IN SUID-AFRIKA

2.1 Inleiding .....	4
2.2 Lusernverbouing in Suid-Afrika .....	4
2.3 Produksiepatrone van lusernprodusente in Suid-Afrika .....	6
2.4 Besproeiing, waterkoste, pompstelsels en arbeid .....	6
2.5 Verkope, gebruik en bemarking .....	9
2.6 Kopers van lusern .....	11
2.7 Finansiële ontleding .....	11

### 3. ROL VAN PROTEÏENINHOUD WAT DIE KWALITEIT VAN LUSERN BEPAAL

3.1 Inleiding .....	13
3.2 Voedingsbron .....	13
3.3 Lusernkwaliteit .....	13
3.4 Ontledingsmetodes en parameters met betrekking tot lusern .....	15
3.4.1 Droë materiaal (DM) .....	15
3.4.2 Suurbestande vesel (SBV) .....	15
3.4.3 Nutraalbestande vesel (NBV) .....	15
3.4.4 Proteïen .....	16
3.4.5 Invitro-verteerbaarheid op organiese materiaal (IVOM) .....	16
3.5 Volstruisboerdery .....	16
3.6 Hoenderboerdery .....	18

### 4. STAND VAN PLAASLIKE EN BUITELANDSE TEGNOLOGIE

4.1 Inleiding tot plaaslike en buitelandse tegnologie .....	19
4.2 Buitelandse tegnologie .....	21



4.2.1	Skeiding van lusernstingels en -blare in 'n horisontale lugstroom (Aërodinamiese / pneumatiese skeiding) .....	21
4.2.2	Eienskappe van insetmateriaal .....	25
4.3	Skudsif .....	27
4.4	Graanskeiding in 'n vertikale kolom met 'n lugstroom .....	28
4.5	Plaaslike lusernskeidingstegnologie .....	29

## **5. ONTWIKKELING VAN DIE LUSERNSKEIDINGSAPPARAAT**

5.1	Inleiding en probleemstelling .....	32
5.2	Vereistes .....	32
5.3	Motivering van onderdele van lusernskeidingsmasjien .....	32
5.4	Skematiese voorstelling van die lusernskeidingsapparaat .....	35
5.5	Ontwikkeling van komponente .....	36
5.5.1	Inlaatopening .....	36
5.5.2	Pluistertol .....	37
5.5.3	Snytol .....	29
5.5.4	Skroefboor .....	41
5.5.5	Skeidingsspiraal .....	42
5.5.6	Uitlaatopeninge .....	44
5.5.7	Frekwensiebeheerder .....	47
5.6	Samestelling en ontleding van komponente .....	48
5.7	Toepassing en evaluering .....	49

## **6. EKSPERIMENTELE EVALUERING VAN DIE LUSERNSKEIDINGSAPPARAAT**

6.1	Vasstelling van die eksperimentele resultate .....	50
6.2	Metingsmetodes .....	50
6.3	Bepaling van skeidingspersentasie .....	52
6.4	Resultate .....	52
6.4.1	Getabuleerde opsomming van persentasieskeiding van hoë- en lae proteïngedeeltes .....	52
6.4.2	Grafiese opsomming .....	55
6.5	Bespreking van resultate .....	60
6.6	Proteïntoetsing .....	61
6.7	Kapasiteitstoets .....	63

## **7. GEVOLGTREKKING**

7.1	Inleiding.....	65
7.2	Skeiding van lusern in hoë- en lae proteïenkomponente .....	65
7.3	Voorstelling van finale lusernskeidingsapparaat.....	66
7.3.1	Kostevergelyking .....	67
7.4	Ekonomiese impak .....	68

<b>AANHANGSEL A:</b>	Gedetailleerde laboratoriumtellingtoetse .....	69
----------------------	--	----

<b>AANHANGSEL B:</b>	Besprekings .....	95
----------------------	-------------------	----

<b>BRONNELYS</b>	.....	106
------------------	-------	-----

## LYS VAN SIMBOLE

T - Wringkrag (Nm)

J - Polêre tweede moment ( $m^4$ )

$\tau$  - Skuifspanning (MPa)

D - Diameter (mm)

I - Tweede oppervlaktemoment ( $kg.m^2$ )

M - massa (kg)

A - Area ( $m^2$ )

F - Krag (N)

$\theta$  - Hoekversnelling (rad)

T - Tyd (s)

$\alpha$  - Alfa ( $rad/s^2$ )



## FIGUURLYS

### HOOFSTUK 4

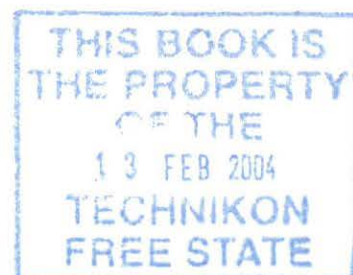
Figuur 4.1: Verspreiding van mengsel in 'n horisontale windtonnel.....	23
Figuur 4.2: Kragte wat in 'n horisontale lugstroom op 'n deeltjie inwerk .....	23
Figuur 4.3: Verspreiding van 'n mengsel in 'n horisontale windtonnel.....	26
Figuur 4.4: Horisontale windtonnel.....	26
Figuur 4.5: Syaansig van skudsifskeidingsapparaat .....	28
Figuur 4.6: Vertikale skeidingskolom .....	29
Figuur 4.7: Sif en hamers van hamermeul .....	30
Figuur 4.8: Sikloon met sikloonsak en hamermeul in geheel .....	31

### HOOFSTUK 5

Figuur 5.1: Skematiese voorstelling van die lusersskeidingsapparaat .....	36
Figuur 5.2: Skematiese voorstelling van die inlaatopening .....	37
Figuur 5.3: Skematiese voorstelling van die pluistertol .....	37
Figuur 5.4: Pluistertol .....	39
Figuur 5.5: Skematiese voorstelling van die snytol .....	39
Figuur 5.6: Snytol .....	41
Figuur 5.7: Skematiese voorstelling van die skroefboor .....	42
Figuur 5.8: Skematiese voorstelling van die skeidingsspiraal .....	42
Figuur 5.9: Skematiese voorstelling van die sif .....	44
Figuur 5.10: Skematiese voorstelling van uitlaatopeninge A,B en C .....	44
Figuur 5.11: Skroefboor .....	45
Figuur 5.12: Skeidingsspiraal / skeidingstrog met sif .....	46
Figuur 5.13: Uitlaatopeninge .....	47
Figuur 5.14: Frekwensiebeheerder .....	47

### HOOFSTUK 6

Figuur 6.1: Uitlaatopeninge .....	51
-----------------------------------	----



## LYS VAN TABELLE

### HOOFSTUK 2

Tabel 2.1: Lusernaanplanting per ha in Suid-Afrika .....	5
Tabel 2.2: Lusernhooiproduksie in Suid-Afrika .....	6
Tabel 2.3 Lusernverbouing in Suid-Afrika onder verskillende tipes besproeiing.....	7
Tabel 2.4: Waterkoste van die groot lusernproduksieareas .....	8
Tabel 2.5: Arbeidskoste en vergoeding in die lusernverbouingsindustrie van Suid-Afrika .....	9
Tabel 2.6: Totale vergoeding per maand (R) .....	9
Tabel 2.7: Verkope van lusern in Suid-Afrika in onverwerkte en verwerkte vorm .....	10
Tabel 2.8: Gebruik van lusern in Suid-Afrika in onverwerkte en verwerkte vorm .....	10
Tabel 2.9: Opsomming van inkomste vir luserverbouing .....	12

### HOOFSTUK 3

Tabel 3.1: Rantsoenvergelykings .....	18
Tabel 3.2: Proteïenwaarde in 'n braaikuikenrantsoen .....	18

### HOOFSTUK 6

Tabel 6.1: Persentasie hoëproteïengedeeltes vir lusern met 'n blomstadium van 20%.....	53
Tabel 6.2: Persentasie lae proteïenskeiding (opening D) vir lusern met 'n blomstadium van 20% .....	53
Tabel 6.3: Skeidingspersentasie van hoëproteïengedeeltes vir lusern met 'n blomstadium van 100% .....	54
Tabel 6.4: Persentasie lae proteïenskeiding (opening D) vir lusern met 'n blomstadium van 100% .....	55
Tabel 6.5: LNR toetsverslag .....	62

### HOOFSTUK 7

Tabel 7.1: Kostebesparing tussen die prototipe en die finale lusernskeidingsmasjien .....	67
--	----

## HOOFSTUK 6

Figuur 6.2: Persentasie hoëproteïenskeiding A .....	56
Figuur 6.3: Persentasie hoëproteïenskeiding B .....	56
Figuur 6.4: Persentasie hoëproteïenskeiding C .....	57
Figuur 6.5: Persentasie lae-proteïenskeiding D .....	57
Figuur 6.6: Persentasie hoëproteïenskeiding A .....	58
Figuur 6.7: Persentasie hoëproteïenskeiding B .....	59
Figuur 6.8: Persentasie hoëproteïenskeiding C .....	59
Figuur 6.9: Persentasie lae-proteïenskeiding D .....	60

## HOOFSTUK 7

Figuur 7.1: Opsomming van persentasie blaarskeiding by uitlate A, B en C teen verskillende rotasiesnelhede .....	65
Figuur 7.2: Opsomming van persentasie blaarskeiding by uitlate A, B en C teen verskillende rotasiesnelhede .....	66



## HOOFSTUK 1

### INLEIDING

#### 1.1 INLEIDING TOT DIE NAVORSING

Gedurende die middle-sewentigerjare is daar plaaslik na die skeiding van lusern in hoë- en lae-proteïenkomponente gekyk ten einde die waarde (inkomste) van lusern te verbeter en te verhoog. Met verloop van tyd het daar steeds geen oplossing vir die skeiding van lusern in hoë- en lae-proteïenkomponente die lig gesien nie en was daar in die plaaslike mark die behoefte om waarde tot die produk toe te voeg deur middel van skeiding.

Daar is tans 'n groot behoefte in die Suid-Afrikaanse mark om lusern in hoë- en lae-proteïenkomponente te skei en sodoende kostes te bespaar op dielerantsoene vir byvoorbeeld volstruise, hoenders, melkbeeste, varke en skape. In sekere marksituasies kan die waarde van gedehidreerde lusern aansienlik verhoog word deur die produk in verskillende vlakke van proteïene te skei, naamlik hoë- en lae-proteïenkomponente.

Normaalweg is daar van pneumatiese skeiding gebruik gemaak om die hoë- en lae-proteïenkomponente van mekaar te skei vir gebruik. Hierdie metode is deur die Departement van Landbou in die Verenigde State van Amerika ontwikkel. Lugskeiding is nie altyd die optimum en koste-effektiefste metode van skeiding, waar die produk vir dielerantsoene aangewend word, nie.

Die skeiding van hoë- en lae-proteïenkomponente van lusern sal beslis ook die uitvoermark se behoefte bevredig, omdat die verbruikers op soek is na 'n produk waar waarde toegevoeg kan word vir dierlike en menslike gebruik. Buitelandse markte kan bevredig word indien die produsent waarde tot die produk kan toevoeg. Dit kan moontlik aanleiding daartoe gee dat produsente bereid sal wees om hul totale lusernverbouing per hektaar te vergroot, vanweë die addisionele inkomste wat gegenereer kan word.

Vervoer van lusern is duur as gevolg van groot volumes teen lae relatiewe waarde. Vervoerkoste verlaag as die persentasie proteïenverhoudings vir kommersiële lusernprodusente verbeter. In die Noordkaap, waar boere ver van die markte is, is dit meer koste-effektief om die hoëproteïenkomponent (blare) na die bestaande markte te vervoer.

## **1.2 DOEL VAN DIE STUDIE**

Die navorsing behels die ontwerp en evaluering van 'n lusernseidingsapparaat wat lusern in twee verskillende komponente kan skei. Hoë- en laeproteïenkomponente moet dus ook op die mees ekonomiese en effektiefste meganiese proses van mekaar geskei word om die proses vir die lusernprodusent koste-effektief te maak.

## **1.3 HIPOTETIESE OPLOSSING**

Die navorsing was gemik op die toetsing van die volgende hipotese:

'n Skeidingsapparaat, gegrond op die mees koste-effektiefste proses, kan ontwikkel word om die hoë- en laeproteïenkomponente van lusern te skei en afsonderlik vir die verbruikersmark aan te bied.

## **1.4 AFBAKENING VAN DIE NAVORSINGSPROJEK**

'n Meganiese skeidingsapparaat toegespits op die skeiding van hoë- en laeproteïenkomponente van lusern wat ekonomies-doeltreffend kan funksioneer moet ontwikkel word ten einde die plaaslike sowel as die internasionale mark te bedien. Verbruikers se behoefte aan geskeide lusern is ten minste 70% van die totale 100% hoëproteïenkomponente. Die oorblywende 30% laeproteïenkomponente bestaan uit stokkies, onkruid en ongewenste voorwerpe.

## 1.5 SAMESTELLING VAN VERHANDELING

- Hoofstuk 1: Inleiding
- Hoofstuk 2: Die lusernbedryf in Suid-Afrika
- Hoofstuk 3: Rol van proteïeninhoud wat die kwaliteit van lusern bepaal
- Hoofstuk 4: Stand van plaaslike- en buitelandse tegnologie
- Hoofstuk 5: Ontwikkeling van die lusernskeidingsapparaat
- Hoofstuk 6: Eksperimentele evaluering van die lusernskeidingsapparaat
- Hoofstuk 7: Gevolgtrekking



## HOOFSTUK 2

### DIE LUSERNBEDRYF IN SUID AFRIKA

#### 2.1 INLEIDING

Die oudste bekende verwysing na lusern is op kleitablette van die Hetiete (1200 - 1400 v. C.) gevind. Kyk ons na lusern, dan is die grootste navorsingsprestasie waarskynlik toe die eerste Hetiet so 1400 v. C. vir homself gesê het "Hier is 'n pragtige lusernplant. Kom ons maak die saad bymekaar en plant dit vir my bokke en kamele". Die sprong vanaf 'n wilde plant tot by 'n verboude spesie het in een geweldige slag plaasgevind. [16], [18]

In Suid-Afrika is lusern reeds sedert 1858 langs die Hexrivier in die distrik van Worcester onder besproeiing verbou. Gedurende die volstruisera het lusern na die Karoo versprei. Teen so vroeg as 1896 is daar reeds formele evaluasies van verskeie voergewasse, insluitend lusern, in die Kaapkolonie gedoen en nie baie later nie het die Unie van Suid-Afrika se Landboudepartement met lusernintroduk-sie en -evalusie begin. [16], [18]

Binne die mededingende wêreld ekonomie kan plaaslike landbou-inisiatiewe en innovasie kwalik op slegs dunderwordende ingevoerde tegnologie steun. Die fokus moet juis op die ontwikkeling van unieke en aangepaste produkte binne die Suid-Afrikaanse omgewing wees. Daar bestaan 'n nis vir 'n Suid-Afrikaanse produk binne die wêreldmark. 'n Onlangse studie deur die Departement Landbou- ekonomie aan die Universiteit van Stellenbosch, in samewerking met die Landboubesigheidskamer, toon dat ongeveer 4 % van die omset aan navorsing en ontwikkeling spandeer moet word en dat ons in Suid-Afrika nog baie ver daarvan- daan is. [10]

#### 2.2 LUSERNVERBOUING IN SUID-AFRIKA

Die meeste landbou-organisasies wat genader is, was nie in die posisie om presies

aan te dui hoeveel lusern regdeur die land verbou word nie. Slegs 'n paar lusern-produsente se inligting word gevolglik verskaf. Vervolgens word die verskaffers vermeld wat gebruik is om die hoeveelheid lusern wat in Suid Afrika verbou word, te bepaal. Areas wat in aanmerking geneem sal word tydens bepaling van die totale lusern wat in Suid-Afrika verbou word, is as volg: Noord-Kaap, Oos-Kaap, Wes-Kaap en Noordwes. 'n Opname van die gemiddelde lusernaanplanting per ha in Suid-Afrika word in Tabel 2.1 weergegee. [10]

**TABEL 2.1 LUSERNAANPLANTING PER ha IN SUID-AFRIKA**

<b>Ha LUSERNAANPLANTINGS IN VERSKILLENDEN PROVINSIEN</b>							
	1993	1995	1997	1998	1999	2000	
<b>NOORD-KAAP (17,4% VAN TOTAAL)</b>							
STREEK	23 542	23 542	23 666	23 828	24 310	24 836	23 682
TOTAAL	36 826	36 826	37 020	37 273	38 027	38 892	37 045
<b>OOS-KAAP (24,1% VAN TOTAAL)</b>							
STREEK	8 005	8 005	7 517	7 614	7 389	7 445	7 439
TOTAAL	50 985	50 985	47 879	48 492	47 063	47 063	47 378
<b>WES-KAAP (23,9% VAN TOTAAL)</b>							
STREEK	20 759	20 759	21 698	22 301	23 063	24 757	27 310
TOTAAL	50 524	50 524	52 810	54 277	56 131	60 256	66 467
<b>NOORDWES (5,4% VAN TOTAAL)</b>							
STREEK	1 395	1 395	1 524	3 217	3 314	3 169	2 516
TOTAAL	11 346	11 346	12 393	26 168	26 953	25 775	20 476
<b>AANTAL ha LUSERNAANPLANTINGS IN SUID-AFRIKA</b>							
TOTAAL	211 205	211 205	211 800	234 527	237 299	243 176	241 804

'n Opname van lusernhooiproduksie in Suid-Afrika word in Tabel 2.2 weergegee.

**TABEL 2.2 LUSERNHOOIPRODUKSIE IN SUID-AFRIKA**

<b>LUSERNHOOI GEPRODUSEER IN VERSKILLENDSE PROVINSHES (ton)</b>						
	1995	1996	1997	1998	1999	2000
<b>NOORD-KAAP (GEM 14,68t/ha)</b>						
STREEK	233 019	236 751	241 199	249 828	259 559	229 019
TOTAAL	364 503	370 341	377 300	390 797	406 019	358 248
<b>OOS-KAAP (GEM 17,7t/ha)</b>						
STREEK	141 689	133 058	134 760	130 789	131 770	131 664
TOTAAL	902 435	847 466	858 303	833 016	839 261	838 590
<b>WES-KAAP (GEM 16,74t/ha)</b>						
STREEK	333 286	352 341	367 211	384 055	419 874	466 354
TOTAAL	811 163	857 539	893 730	934 726	1 021 905	1 135 030
<b>NOORDWES (GEM 21,35t/ha)</b>						
STREEK	27 255	29 623	60 101	61 877	59 213	47 226
TOTAAL	221 675	240 933	488 825	503 268	481 603	384 108
<b>LUSERNHOOIPRODUKSIE IN SUID-AFRIKA (ton)</b>						
TOTAAL	3 245 062	3 268 350	3 694 311	3 755 902	3 878 635	3 832 334

## 2.3 PRODUKSIEPATRONE VAN LUSERNPRODUSENTE IN SUID-AFRIKA

Ongeveer 90 % van die lusern wat in Suid-Afrika geproduseer word, is onder vloedsbesproeiing. Die huidige aanplantings van lusern is tussen 208 000 ha en 240 000 ha. [7] Daar is 'n moontlikheid dat lusernverbouers in die Oranjerivieromgewing, veral die benede-Oranje, met verloop van tyd lusern met druiwe-aanplantings kan vervang. In teenstelling hiermee sal lusern in areas soos die Oos-Kaap en WPK altyd deel vorm van landbou-aanplantings vir die voerkraalbedryf. [10]

## 2.4 BESPROEIING, WATERKOSTE, POMPSTELSELS EN ARBEID

### 2.4.1 BESPROEIING

Vloedsbesproeiing word die algemeenste in Suid-Afrika gebruik. 'n Belangrike



nadeel van dié tipe besproeiing is dat feitlik geen besproeiingsskedulering op konvensionele wyse gedoen kan word nie en dat die hoeveelheid water wat tot die produkte toegevoeg word op 'n lukrake wyse gedoen word. As gevolg van die gebrekkige watertoevoeging kan dit in die toekoms groot finansiële implikasies vir lusernboere inhou. Lasertegnieke word gebruik om eers die grond gelyk te maak voordat daar lusern geplant word. Die voordeel van lasertegniek veroorsaak dat water meer eweredig/gelyk tot die produk toegevoeg word en dra by tot besparing in besproeiingskoste. Slegs produsente in die Oos-Kaap is vertrou met bogenoemde tegniek. Vervolgens 'n opsomming in Tabel 2.3 van tipe besproeiing in Suid-Afrika. [10]

**TABEL 2.3 LUSERN VERBOUING IN SUID-AFRIKA ONDER VERSKILLENDEN  
TIPES BESPROEIIING**

TIPE BESPROEIIING	% VAN TOTAAL	BEPLANDE ha 1999
Vloed	85,6	200 194
Spilpunt	6,97	16 305
Sprinkel	6,51	15 224
Droogland	0,89	2 080
<b>TOTAAL</b>	<b>100</b>	<b>233 802</b>

#### **2.4.2 WATERKOSTE**

Met die bekendstelling van die nuwe Waterbelasting sal lusernprodusente beter bestuur toepas ten opsigte van besproeiing op lusern, aangesien die produksiekoste sal toeneem. Die infrastruktuur met betrekking tot besproeiing sal ook beter bestuur moet word. Die objektief van Tabel 2.3 sal opsommend die gemiddelde watertarief per ha en die jaarlikse koste van besproeiingswater weergee. [10]

**TABEL 2.4 WATERKOSTE VAN DIE GROOT LUSERNPRODUKSIAREAS**

AREA	GEM. WATER TARIEF (R/ha)	GEM. ha GE- PRODUSEER (ha)	GEM. TOTALE WATERKOSTE VIR LUSERN (R)	GEM. TOTALE KOSTE VAN WATER (R)
MGK area	438.00	109.00	15 768.00	47 742.00
Vaalharts area	430.75	41.75	15 162.40	17 983.81
GWK area	428.14	133.20	17 254.04	57 028.25
Oranje Rivier area	375.94	57.04	6 518.80	21 443.62
WPK area	205.00	126.50	7 790.00	25 932.50
Oos Kaap area	186.65	185.61	21 409.00	34 644.27

Die gemiddelde watertarief deur 'n lusernprodusent in Suid-Afrika betaal beloop R 344.10/ha.

### 2.4.3 POMPSTELSELS

In Tabel 2.3 kan gesien word dat 13.48% van lusernprodusente gebruik maak van sprinkel- en spilpuntbesproeiing. Van die produsente maak gebruik van pompe om water tot by die land te kry en van daar word vloedbesproeiing gebruik. [10]

### 2.4.4 ARBEID

Arbeidskoste kan direk gekoppel word aan die hoeveelheid ure wat nodig is om een ha lusern in 'n maand te besproei. Tabel 2.4 toon verskillende arbeidsure en die vergoeding daarvoor. Die tydperk om een ha lusern per arbeider te besproei is gemiddeld 4.1 ure. Die gemiddelde arbeidsure per maand om een ha lusern te besproei is 5.5 ure. [10]

**TABEL 2.5 ARBEIDSKOSTE EN VERGOEDING IN DIE LUSERNVERBOU-  
INGSINDUSTRIE VAN SUID-AFRIKA.**

TIPE	GEMMIDDELD	MINIMUM	MAKSIMUM	STANDAARD AFWYKING
Arbeidsure om een ha te besproei	4.1	3.5	5.1	0.6
Arbeisure per maand benodig	5.5	4.0	8.7	1.9

**TABEL 2.6 TOTALE VERGOEDING PER MAAND (R)**

TIPE	GEMMIDDELD	MINIMUM	MAKSIMUM	STANDAARD AFWYKING
Voorman	1 212.40	840.00	1 611.20	364.50
Normale arbeid	739.90	660.00	914.20	96.80
Normale arbeids- koste om een ha per maand te besproei	20.70	14.60	25.50	4.40

Aangesien water een van Suid-Afrika se waardevolste bronne is, sal lusernpro-  
dusente baie goeie bestuur moet toepas ten opsigte van besproeiing. aangesien  
wanbestuur 'n groot finansiële implikasie op die produksie van lusern sal hê. [10]

## **2.5 VERKOPE, GEBRUIK EN BEMARKING**

### **2.5.1 VERKOPE EN GEBRUIK**

Tabel 2.6 verteenwoordig lusernverkope en -verbruik in Suid-Afrika. Geweegde  
gemiddeldes in terme van persentasie word in Tabel 2.6 getoon. Die persentasie  
lusern in onverwerkte vorm is 63,7%. Vierkantige bale is die bekendste vorm  
waarin lusern verkoop word, teen 'n gemiddelde gewig van 27,9 kg elk. Groot  
reghoekige bale, "big packs", en ronde bale is onderskeidelik verantwoordelik vir  
8,8% en 8,4% van die verkoop. Alleenlik 10,7% van die totale lusern wat in Suid-  
Afrika geproduseer word, word in verwerkte vorm verkoop, 43,1% word gemaal en  
43,5% word gekerf. [10]



**TABEL 2.7 VERKOPE VAN LUSERN IN SUID-AFRIKA IN ONVERWERKTE EN VERWERKTE VORM**

ONVERWERKTE LUSERN (GEMIDDELDE MASSA)						
%VAN OES	REGHOEKIGE BALE		"BIG PACKS"		RONDE BALE	
	% VAN ONVERWERKTE GEBRUIK	GEWIG	% VAN ONVERWERKTE GEBRUIK	GEWIG	% VAN ONVERWERKTE GEBRUIK	GEWIG
63,7%	82,8%	27,9 kg	8,8%	228,9 kg	8,4%	247,3 kg
VERWERKTE LUSERN (GEMIDDELDE MASSA)						
%VAN OES	GEMAAL		VERPIL		GEKERF	
	% VAN TOTALE OES	% VAN VERWERKTE GEBRUIK	% VAN TOTALE OES	% VAN VERWERKTE GEBRUIK	% VAN TOTALE OES	% VAN VERWERKTE GEBRUIK
10,7%	4,8%	43,1%	2,2%	13,4%	3,7%	43,5%

Tabel 2.7 verteenwoordig die formaat van selfgebruikte lusern in Suid-Afrika. Die totaal van die lusern hooiproduksie in Suid-Afrika vir eie gebruik in onverwerkte vorm is 15%, waarvan 93,7% in vierkantige baalvorm is en 61,1% in gemaalde vorm. Produsente ondersteun die beginsel van waardetoevoeging tot die produk om die welvarendeid van lusernproduksie in Suid-Afrika te versterk. [10]

**TABEL 2.8 GEBRUIK VAN LUSERN IN SUID-AFRIKA IN ONVERWERKTE EN VERWERKTE VORM**

ONVERWERKTE LUSERN (GEMIDDELDE MASSA)						
% VAN OES	REGHOEKIGE BALE		"BIG PACKS"		RONDE BALE	
	% VAN ONVERWERKTE GEBRUIK	GEWIG	% VAN ONVERWERKTE GEBRUIK	GEWIG	% VAN ONVERWERKTE GEBRUIK	GEWIG
15,0%	93,7%	27,3 kg	0%	-	6,3%	262,5 kg
VERWERKTE LUSERN (GEMIDDELDE MASSA)						
% VAN OES	GEMAAL		VERPIL		GEKERF	
	% VAN TOTALE OES	% VAN VERWERKTE GEBRUIK	% VAN TOTALE OES	% VAN VERWERKTE GEBRUIK	% VAN TOTALE OES	% VAN VERWERKTE GEBRUIK
10,7%	4,2%	61,1%	4,1%	19,2%	2,3%	8,5%

## **2.5.2 BEMARKING VAN LUSERN**

Lusernprodusente wat direk van hul plase verkoop verteenwoordig 51,5%. Ongeveer 38,1% van die totale lusernproduksie word deur direkte bemarking verkoop. Produsente wat van direkte bemarking gebruik maak, verkoop 86,4% van hul produksie. Koöperasies en veevoeraanlegte verteenwoordig 50,2% en 53,5% van bogenoemde bemarkingstrategie. [10]

## **2.6 KOPERS VAN LUSERN**

In kontras met die verskaffers, wil 71,4 % van die kopers hul lusernaankope verhoog. Die hoofrede hiervoor is die relatiewe groot aanvraag na lusern, en meer spesifiek verwerkte lusern. Dit beklemtoon ook die belangrikheid van lusern as hoëgraadse ruvoerbron in die dierevoedingsektor in Suid-Afrika. Kopers dui aan dat, met die uitvoer van lusern, die winsgewendheid van lusernverbouing verhoog kan word. [10]

## **2.7 FINANSIËLE ONTLEDING**

Vervolgens word daar na die finansiële implikasie van lusernverbouing in verskillende streke gekyk. Graad een lusern se randwaarde, gebaseer op 1999 se syfers, beloop R 480.00/ton en graad twee en drie se randwaarde R 330.00/ton. Verskillende streke word in tabelvorm vergelyk ten op sigte van ton/ha, bruto inkomste, produksiekoste, netto marge en die Netto Huidige Waarde van die netto marge.

In Tabel 2.8 word daar opsommend na die verbouing en inkomste van lusern in verskillende streke gekyk. [10]

**TABEL 2.9 OPSOMMING VAN INKOMSTE VIR LUSERNVERBOUING**

STREEK	PRODUKSIE TON/Ha	BRUTO INKOMSTE	PRODUKSIE KOSTE	NETTO MARGE	NETTO HUIDIGE WAARDE
<b>Vaalharts</b>	20.00	8 850.00	2 103.41	6 178.15	30 127.56
<b>GWK</b>	21.00	9 292.50	4 693.56	4 241.09	19 944.15
<b>Oranje Rivier</b>	19.00	8 407.74	1 730.74	5 737.09	24 739.65
<b>Oos Kaap</b>	17.00	7 522.50	2 731.03	3 354.04	14 100.03
<b>WPK</b>	20.00	8 850.00	4 499.17	2 963.32	13 536.61
<b>MGK</b>	17.00	7 522.50	6 300.00	171.30	-5 254.77

Vanuit Tabel 2.8 kan duidelik gesien word dat die Vaalhartsarea die beste vaar ten opsigte van inkomste verdien in vergelyking met die res van die areas. Lusern sal nog altyd 'n belangrike faktor wees in dierevoedingsrantsoene. As gevolg van opwaartse druk van water- en arbeidskoste op die lusernproduseerders in besproeiings skemas, kan dit lei tot oorskakeling na ander gewassoorte in stede van lusernverbouing.



**ROL VAN PROTEÏENINHOUD WAT DIE KWALITEIT VAN LUSERN BEPAAL****3.1 INLEIDING**

Die behoefte is deur die Nasionale lusernprodusente-organisasie se tegniese komitee uitgespreek vir 'n nasionale graderingstelsel vir lusernhooi. Ten einde 'n graderingstelsel in die praktyk te implementeer, is 'n akkurate evalueringstelsel (model) van lusernhooi-kwaliteit van kardinale belang.

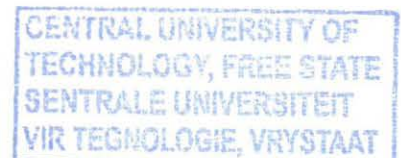
**3.2 VOEDINGSBRON**

In Suid-Afrika word lusernhooi hoofsaaklik vir melkbeesvoeding aangewend. 'n Evalueringstelsel van lusernhooi-kwaliteit sal dus in die eerste plek op melkbeeste gerig moet wees. Daar kan verwag word dat so 'n evalueringstelsel ook op ander herkouters, soos vleisbeeste en skape, van toepassing sal wees.

Lusernhooi word verder vir volstruise, hoenders, kalkoene en perde aangewend. Aangesien die spysverteringskanaal van hierdie spesies verskil, sal 'n alternatiewe evalueringstelsel na verwagting in hierdie geval ontwikkel moet word. [22]

**3.3 LUSERNKWALITEIT**

Die kwaliteit van 'n voer verwys enersyds na die vrywillige inname en andersyds na die doeltreffendheid waarmee die voedingstowwe in die spesifieke voer benut word. Dit sluit alle voedingstowwe in soos:-

**3.3.1 ENERGIE**

Energie is die hoofbestanddeel in 'n rantsoen. Koolhidrate soos stysel, suiker en vesel verskaf onder andere energie aan die melkbeeste. Die benutting van energie in 'n voer vir proteïen- en vetsintese sal deur die koolhidraatsamestelling, nl.

stysel-, suiker- en veselinhoud, beïnvloed word. 'n Verdere bron van energie is vet wat uit versadigde en onversadigde vetsure saamgestel is. Die verhouding waarin hierdie vetsure in die voer voorkom bepaal nie net die benutting van vet as energiebron nie, maar ook die van ander voedingstowwe, afhangende van die invloed van onversadigde vetsure op rumenfermentasie. [22]

### **3.3.2 RUPROTEÏEN**

Ruproteïen is die tweedegrootste bestanddeel in 'n rantsoen. Die bydrae van ruproteïen in 'n voer tot die aminosure in die dunderm, beskikbaar vir die absorpsie en dus proteïensintese, sal onder andere deur die nie-proteïenstikstofinhoud, rumendegradearbaarheid en aminosuursamestelling beïnvloed word. Ten einde die gradering- en/of evalueringstelsel vir lusernhoof te ontwikkel, is die bepaling van rumendegradearbaarheid in die praktyk waarskynlik die grootste probleem. [22]

### **3.3.3 MINERALE EN VITAMIENE**

Laastens word die kwaliteit van die voer ook deur die minerale (makro- en mikrominerale) en vitamieninhoud (vet- en wateroplosbaarheid) bepaal. Die ideaal is dat 'n evalueringstelsel alle voedingstowwe insluit. Dit is egter belangrik dat 'n evalueringstelsel vir lusern kwaliteit ten minste op energie- en ruproteïenbenutting gebaseer is. [22]

### **3.3.4 EVALUERINGSSTELSEL**

Relatiewe voerwaarde (Roherweder et al. 1976)

Relatiewe voerwaarde (RFV) word as volg bereken:

$$\text{RFV} = (\text{Verteerbare droëmateriaal (VDM)} * \text{Droëmateriaal (DMI)}) / 1,29$$

VDM en DMI word onderskeidelik van suurbestande vesel (SBV) en neutraalbestande vesel (NBV) bereken. [22]

### **3.4 ONTLEDINGSMETODES EN PARAMETERS MET BETREKKING TOT LUSERN**

Die volgende parameters word gebruik om die waarde en kwaliteit van lusern te bepaal:

#### **3.4.1 DROË MATERIAAL (DM)**

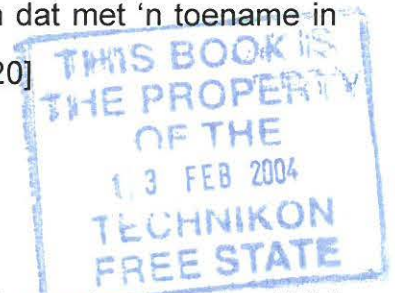
Tydens baling wissel die voginhoud van lusern tussen 10 % en 25 %. Die meeste vog gaan verlore net nadat die lusern gesny en op die land gelos is. Daar is 'n mas-saverlies van ongeveer 50 % van die totale gewig as gevolg van die vogverlies. Afhangende van stoorfasiliteite kan lusern se vog verminder of vermeerder. [19], [20], [21]

#### **3.4.2 SUURBESTANDE VESEL (SBV)**

SBV is die algemeenste toets wat op droë lusern gedoen word. SBV verteenwoordig die hoeveelheid energie in lusern. Dit is die plantvesel wat oorbly nadat die suur-suiweringsmiddelgedeeltes van die verteerbare selwandmateriaal, asook die selinhoud, verwyder is (dit sluit sellulose en lignien in). Die SBV reflekteer die vermoë van 'n dier om voedsel te verteer. Daar bestaan 'n negatiewe verband tussen SBV en geskatte verteerbare energie, wat beteken dat met 'n toename in SBV, daar 'n afname in verteerbare energie is. [12], [19], [20]

#### **3.4.3 NUTRAALBESTANDE VESEL (NBV)**

NBV meet koolhidrate en lignien, wat stadig-verteerbaar of onverteerbaar is. NBV is nie 'n suiwer chemiese entiteit nie, maar verteenwoordig stowwe (hemisellulose, sellulose en lignien) in plante wat moeilik verteerbaar of in klein deeltjies afgebreek word. NBV gee volume of massa aan die dieet en beperk sodoende inname. Omdat NBV gebruik kan word om inname te voorspel, is dit een van die waardevolste analyses om op ruvoer vir die suiwelindustrie uit te voer. Dit kan ook baie nuttig vir die beesvleisdieet wees, omdat dit hoofsaaklik op die ru-vesel konsentreer. Soos NBV toeneem, neem die inname van droë materiaalinnam af. [12], [19], [20]





#### **3.4.4 PROTEÏEN**

Proteïen is 'n berekende waarde wat afgelei word van voerstikstof (N), wat bereken word deur 'n chemiese prosedure wat bekend staan as die Kjeldahl-N-analise. Die formule om die proteïenwaarde te bereken is as volg:  $P = \% N * 6,25$ . Hierdie waarde sluit ware en nie-ware proteïen in. Vir die bepaling van die ware proteïenwaarde moet al die aminosure apart gemeet word (oor die algemeen verskil die % N-waarde). [12], [19], [20]

#### **3.4.5 IN VITRO-VERTEERBAARHEID OP ORGANIESE MATERIAAL (IVOM)**

In vitro is 'n universeel-verkose prosedure in navorsing vir die bepaling van verteerbaarheid en word dikwels uitgedruk as in vitro-verteerbare droë materiaal. Die in vitro-verteerbaarheidsprosedure word nie vir roetine kommersiële lusernkwaliteitsbepaling aanbeveel nie, omdat dit moeilik is om te standaardiseer en duur is om in kommersiële laboratoriums te toets. [12], [19]

'n Voorlopige studie deur die Universiteit van die Vrystaat dui aan dat die NBV-inhoud van lusern met 'n hoë graad van akkuraatheid ( $r^2 = 0,8$ ) gebruik kan word om die IVOM te bepaal. Na aanleiding van die bespreking van proteïene, NBV, SBV en IVOM, sal daar effektief oor die resultate besin kan word om te bepaal of die skeidingsproses tussen hoë- en lae proteïenkomponente suksesvol was.

Die volgende landbou-ondernemings gaan kyk hoe daar moontlik van die hoë proteïenkomponente (HPK) vervang kan word met die HPK van lusern, naamlik die blaargedeelte in rantsoene van herkouers en nie-herkouers.

### **3.6 VOLSTRUISBOERDERY**

Die voedingsbehoefte van volstruise in hul eerste veertien maande wissel voortdurend. Navorsing gedurende die afgelope vyf jaar maak dit nou moontlik om rantsoene hierby aan te pas om optimale groei en optimale ekonomiese voerbenuutting te verseker. Wetenskaplik-geformuleerde rantsoene kan dus opgestel word

wat aan volstruise se werklike voedingsbehoeftes voldoen. Voorheen was dit onmoontlik, aangesien betroubare inligting oor die voëls se behoeftes ontbreek het.

Tot op 'n ouderdom van tien maande is 'n volstruis 'n baie ekonomiese dier. Tot dan het hy 'n voeromsettingsdoeltreffendheid (VOD) van 6,8 kg voer per kilogram gewigstoename as gebalanseerde rantsoene gevoer word. Hierna daal die voeromset egter na 12 kg voer per een kilogram gewigstoename. As 'n volstruis van die begin af volgens potensiaal gevoer word, is dit op tien maande feitlik uitgegroeï en kan goedkoper en baie "verdunde" rantsoene daarna gebruik word. As die volstruiskuike se groei egter aanvanklik deur te min proteïene gestrem word, sal die totale voerkoste van dagoud tot op veertien maande aansienlik toeneem.

Volstruiskuike wat volgens potensiaal gevoer word, groei vinniger en bereik gouer 'n ligaamsmassa wat hulle in staat stel om goeie weerstand teen ongunstige omstandighede te bied. Dit is veral van belang vir produsente wat primêr kuike grootmaak en as slagvoëls verkoop. Vanuit 'n ekonomiese oogpunt kan die kuike se vinnige groei, as hulle volgens hul genetiese potensiaal gevoer word, nie genoeg beklemtoon word nie. Goeie voedingsbestuur in die eerste tien maande is derhalwe baie kritiek, omdat voervermorsing of kuikenvrektes vanweë swak rantsoene 'n groot invloed op die wins sal hê. 'n 15 % voervermorsing sal die voerkoste van R 610 per slagvoël tot R 700 laat toeneem (die betrokke tydperk se voerkoste).

Die volgende rantsoenvergelykingstabel (Tabel 3.1) toon duidelik wat die vereiste proteïenvlakke vir optimum groei in die verskillende rantsoene moet wees. [4] Daar word spesifiek na 'n proteïenpeil van 22 % by die voor-aanvangsrantsoen gekyk. Die waarde van 22 % moet met die resultate vergelyk word om te bepaal of die skeiding tussen hoë- en laeproteïenkomponente suksesvol is.

**TABEL 3.1 RANTSOENVERGELYKINGS**

RANTSOEN	MASSA (kg)	GRAAN (%)	PROTEÏENPEIL (%)
Voor-aanvangsrantsoen	18	55	22
Aanvangsrantsoen	18-45	50	20
Groeirantsoen	45-65	40	10
Afrondingsrantsoen	65-95	25	14
Slagrantsoen	95 en bo	90	12

Aanvangsvoeding van dagoud-kuikens tot 12 maande (van 0,8 kg tot 18 kg).

### 3.7 HOENDERBOERDERY

Teoreties moet die proteïeninhoud van 'n braaikuikenrantsoen vir die eerste twee weke 24% wees en daarna moet die proteïenwaarde verminder soos die braaikuiken groei. Tabel 3.2 toon die proteïenwaardes aan.

**TABEL 3.2 PROTEÏENWAARDE IN 'N BRAAIKUIKENRANTSOEN**

WEEK	PROTEÏENWAARDE IN RANTSOEN %
1	24
2	24
3	23
4	22
5	21
6	20
7	19

Soos waargeneem kan word in Tabel 3.1 en Tabel 3.2, is die proteïeninhoud in al twee gevalle bo 22% vir die jong diere. Soos hulle groei word die inhoud laer. [6]



## HOOFSTUK 4

### STAND VAN PLAASLIKE EN BUITELANDSE TEGNOLOGIE

#### 4.1 INLEIDING TOT PLAASLIKE EN BUITELANDSE TEGNOLOGIE

Aërodinamiese sleurkoëffisiënt is gebruik as die onderskeidende eienskap by die skeiding van lusernhoof in blaar- en stingeldeeltjies in 'n horisontale windtonnel. Die uitwerking van lugsnelheid, voginhoud, inlaatterpo en lugstroomhoogte op deeltjiever spreiding en skeidingsdoeltreffendheid is ondersoek. Om die skeier te evalueer, is die proteïenverbeteringsindeks en skeidingsdoeltreffendheid bereken. Die resultate het getoon dat sowel groter lugstroomhoogte as lugsnelhede (tot 8 m/s) skeidingsdoeltreffendheid verbeter het. 'n Toename in óf voginhoud óf invoertempo het tot 'n afname in skeidingsdoeltreffendheid gelei. Regressievergelykings is ontwikkel om proteïenverbetering en skeidingsdoeltreffendheid as funksies van lugstroomsnelheid, voginhoud en invoertempo te beraam.

Verskillende vlakke van toevoerwaarde kan verkry word deur heelplantgewasse te oes en hulle in verskillende komponente te skei. Die begrip van heelgewasoes is nie nuut nie baie van die navorsing in heelgewasoes en verdeling is in Europa gedoen met graangewasse soos gort, hawer en koring. 'n Masjien vir die skeiding van volwasse mieliekuilvoer in korrel- en stofdeeltjies is aan die Universiteit van Guelph in Ontario, Kanada, ontwikkel.

Daar is 'n duidelike verskil in die ruproteïenkonsentrasie van lusernblare en -stingels. Terwyl die blaar (plus knop) van die eerste snysel lusern meer as 70% van die plant se ruproteïen bevat, bevat die stingels (plus blaarstele) meer as 75% van die plant se ruvesel. Die blaar- en knopgedeelte vorm sowat 50% van die droë-materiaalinhoud van die plant. Lusernblare het 'n hoër inhoud vitamienes en xantofil en 'n laer inhoud vesel (hoë in vitrodreëmateriaalverteerbaarheid). Hierdie eienskappe maak lusernblare geskik vir nie-herkouers (pluimvee, sôe), sogende koeie en die vet voer van vleisbeeste. Die stingelmateriaal is meer geskik vir herkouers wat min produseer (bv. droë vleiskoeie). Die gebruik van lusern kan dus verhoog

word deur dit te verdeel in produkte met verskillende vlakke van voedingswaarde wat aangepas is by die vereistes van spesifieke veerantsoene.

Daar is deur middel van talle metodes probeer om lusernblare van die stingels te skei. Die skeiding van heel luserngewasse met 'n lae voginhoud (bv. ontwaterde lusern met minder as 15% mc natbol) in blaar- en stingelgedeeltes is moontlik deur dit op 'n vibrerende sifoppervlak te skei. Hierdie metode kan nie vir kuilvoer met 'n hoë voginhoud gebruik word nie, aangesien die materiaal die gaatjies wat die grootte bepaal, verstop het. 'n Blaaroemasjien is ontwikkel wat die blare in die veld van die groeistengel stroop sodat hulle apart gedroog kan word. Die stingels is in die veld gelaat vir latere oes as lusernstingels. Nog 'n benadering is om in fases te oes wanneer die boonste blaargedeeltes van die plant eerste gesny en die laer stamgedeeltes agterna gesny word. Die strooptegnieke wat hierbo genoem is, lewer 'n mengsel van blare en stingels wat geskei moet word. As 'n mens in gedagte hou dat lusernblare 'n effens-hoër aërodinamiese sleurkoëffisiënt as die stingels het, lyk aërodinamiese verdeling moontlik. [2]

Die energie- en proteïenwaarde is twee van die mees prominentste faktore wat die prys en waarde van lusern bepaal.

Die skeiding van lusern in hoë- en lae proteïenkomponente kan twee of meer produkte lewer, elk met spesifieke voordele vir verskillende klasse van herkouers en nie-herkouers, bv. die blaargedeelte van lusern is baie hoog in vitamien- en proteïenwaarde en laag in veselwaarde. Dit is dus baie meer geskik vir enkelmaagdiere soos hoenders en varke. [2] Die stingelgedeelte is weer hoër in veselwaarde, maar het 'n laer proteïenwaarde, sodat die stingelgedeelte gevolglik meer geskik is vir beesvoeding.

Die konvensionele metode vir die oes van lusern, naamlik sny, sondroog, hark en baal, het tot gevolg dat daar geweldige hoë blaarverliese, vanweë die aggressiewe hantering van die droë plantmateriaal, plaasvind. Die droë blare word maklik deur die masjiene se aksie van die stingels gestroop tydens die hark- en baalprosesse en bly op die land agter as onherwinbaar. Aangesien die meeste proteïene in die blaar gestoor word, is dit dus duidelik dat groot verliese gelyk word wanneer daar



van hierdie konvensionele proses gebruik gemaak word. Deur die baalproses op die land uit te skakel en die lusern in losmaat te versamel, waarna die stingels en blare elders van mekaar geskei word nadat die lusern gedroog is, kan blaar- en proteïenverliese aansienlik beperk word.

Om blare en stingels op 'n effektiewe wyse te kan skei, moet gepoog word om lusern op die mees effektiewe manier te oes. Soveel as moontlik van die blare moet gevolglik behoue bly vir die beskikbaarstelling van voer met 'n hoë proteïeninhoud. Deur gebruik te maak van 'n meganiese lusernskeidingsapparaat is dit wel moontlik. [3], [5], [11], [15], [21]

Bogenoemde beredenering lei tot die gevolgtrekking dat die benutting en inname van lusern verhoog kan word deur die hoë- en lae proteïenkomponente van mekaar te skei.

## **4.2 BUITELANDSE TEGNOLOGIE**

Navorsing is al in die verlede gedoen om lusern in twee belangrike komponente te skei, naamlik hoë- en lae proteïenkomponente. Ongelukkig is daar min inligting in die literatuur beskikbaar oor die verskillende metodes van lusernskeiding. 'n Paar metodes sal opsommend bespreek word.

### **4.2.1 SKEIDING VAN LUSERNSTINGELS EN -BLARE IN 'N HORIZON- TALE LUGSTROOM (AËRODINAMIESE/PNEUMATIESE SKEIDING)**

Aërodinamiese skeiding en oordrag word al jare lank gebruik. Anders as graan en kaf, waarvan die fisiese en aërodinamiese eienskappe opmerklik verskillend is, is dié van lusernhooiblare en -stingels soortgelyk weens 'n oorvleueling in hul deeltjiegrootte en digtheid. Verder, afhangend van die voerstroper wat gebruik word en die voginhoud tydens oes, is baie van die blare steeds aan die stingels vas. Die doeltreffende toepassing van aërodinamiese skeiding verg dus 'n studie van nie net die werking van kragte wat deur lugvloei op vaste stowwe uitgeoefen word nie, maar ook van die relevante luserneienskappe en die wisselwerking van die kragte en die eienskappe.



Dit is moontlik om 'n mengsel in twee dele te verdeel indien (1) daar 'n betekenisvolle verskil is ten opsigte van minstens een van die onderskeidende kenmerke, (2) daar 'n eksterne krag (bv 'n lugstroom) is wat die wisselende gedrag van die deeltjies in die mengsel veroorsaak, en / of (3) 'n skeidingsoppervlak (soos 'n sif) gebruik word.

By aërodinamiese skeiding is die onderskeidende kenmerke grenssnelheid en sleurkoeffisiënt. Die horisontale windtonnel maak gebruik van die "afwyking" van vertikaalvallende deeltjies in 'n mengsel van die baan om die verspreiding van deeltjies te vergemaklik. Figuur 4.1 illustreer die beginsel van die verdeling van 'n mengsel in fraksies in 'n windtonnel. Een van die twee fraksies wat verkry word, word gekenmerk deur 'n verspreiding van binne die reeks  $r_1 = 1_{1\text{maks}} - 1_{1\text{min}}$ , en die ander deur die reeks  $r_2 = 1_{2\text{maks}} - 1_{2\text{min}}$ . Volkome skeiding van albei fraksies kan slegs verkry word wanneer daar aan die toestand  $1_{1\text{maks}} < 1_{2\text{min}}$  voldoen word.

Die gedrag van luserndeeltjies in 'n horisontale windtonnel hang van baie faktore af. As aanvaar word dat die lugsnelheid konstant bly, is die kragte wat op 'n deeltjie inwerk, die swaartekrag  $G$  en 'n sleurkrag  $R$ , wat optree in 'n teenoorgestelde rigting as die bewegingsrigting van die deeltjies (Figuur 4.2). Die helling van die deeltjievloei met die vertikaal word gegee deur hoek  $\alpha$  en

$$\tan \alpha = U_x / U_z = (V_a - U'_x) / U'_z \dots\dots\dots [1]$$

Waar

$V_a$  = lugstroomsnelheid

$U$  = absolute snelheid van deeltjie

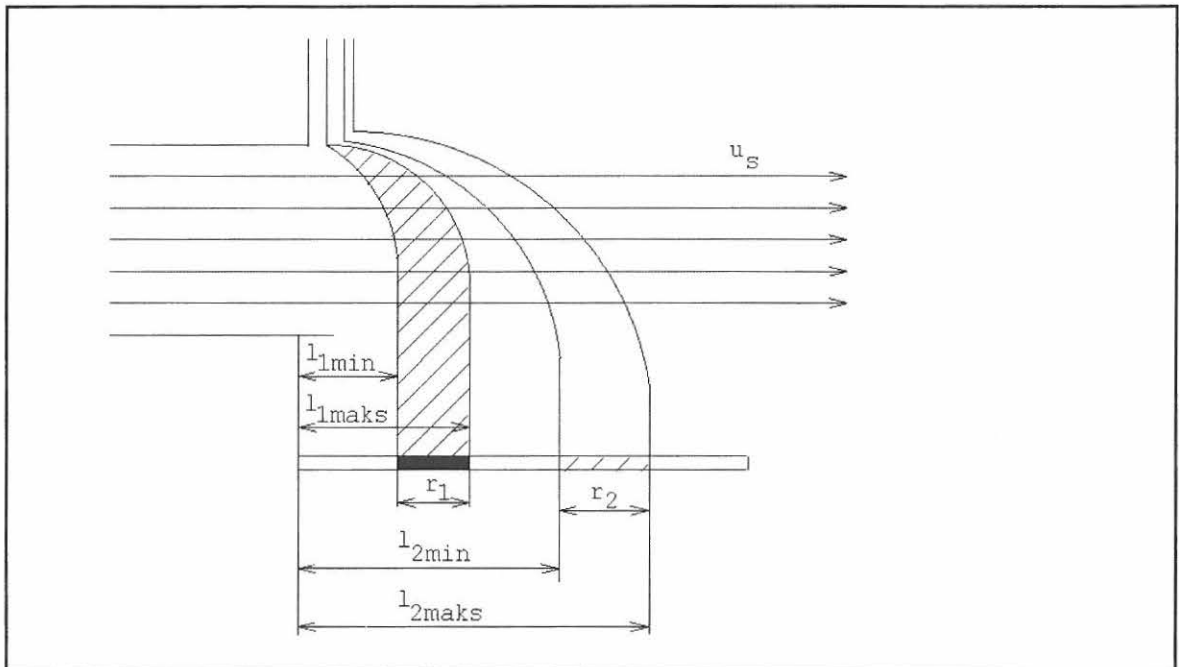
$U'$  = snelheid van deeltjie met betrekking tot lugstroom

$U'_x, U'_z$  = deeltjiesnelheidkomponente met betrekking tot lugstroom in onderskeidelik die x- en z-koördinate

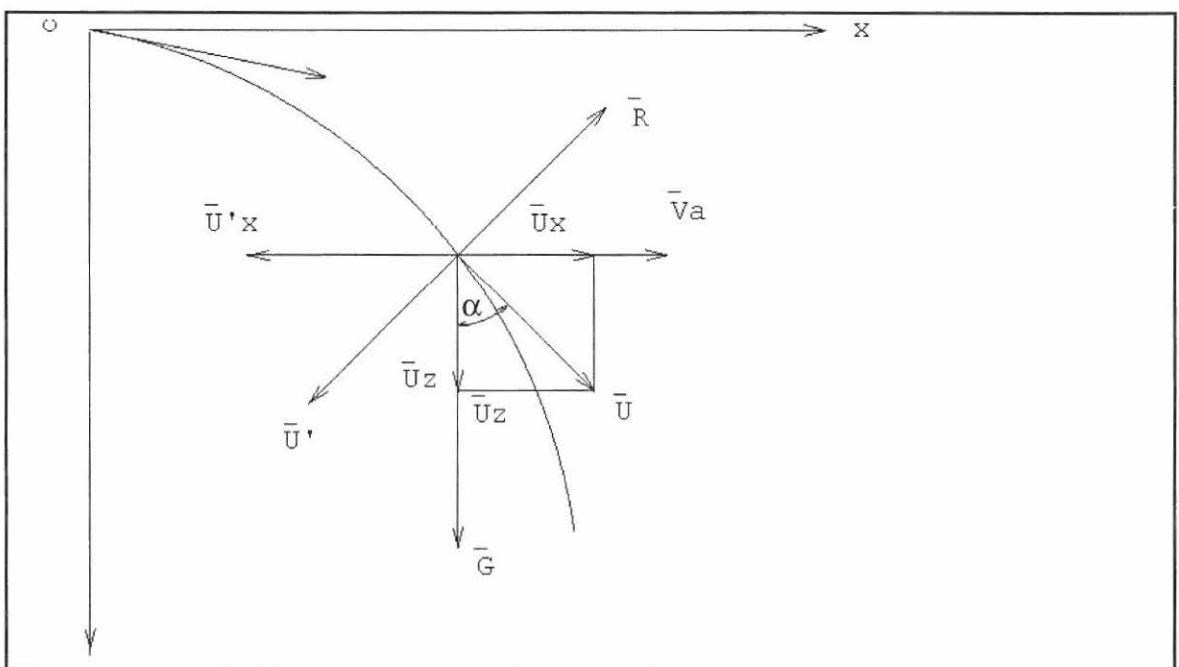
$U_x, U_z$  = komponente van absolute snelheid van die deeltjie in onderskeidelik die x- en z-koördinate

Soos die deeltjies beweeg, wissel die relatiewe snelheid  $U'$  in omvang sowel as rigting en neig tot 'n beperkende waarde. In die ergste graad bereik die vertikale komponent  $U'_{zer}$  die grenssnelheid  $V_T$  in die vertikale rigting,  $U'_{zer}$  naderende  $V_T$  as  $U'_x$  nader 0. Aangesien dit so is, en deur dit in die vorige uitdrukking te vervang, het ons:

$$\tan \alpha_{cr} = V_a/V_T \dots\dots\dots [ 2 ]$$



**Fig 4.1: Verspreiding van mengsel in 'n horisontale windtonnel**



**Fig 4.2: Kragte wat in 'n horisontale lugstroom op 'n deeltjie inwerk**

Die grenssnelheid van 'n mengsel lusernhooi wat die lugstroom binnegaan, wissel van  $V_{Tmin}$  vir klein blare tot  $V_{Tmaks}$  vir kort, dik stingels. Die bane van die deeltjies van hierdie mengsel sal in die vorm van 'n tros binne 'n omhulsel wees by hoeke  $\tan \alpha_{cr,maks}$  en  $\tan \alpha_{cr,min}$  waar

$$\tan \alpha_{cr,min} = V_a / V_{T maks} \dots\dots\dots [ 3 ]$$

$$\tan \alpha_{cr,maks} = V_a / V_{T min} \dots\dots\dots [ 4 ]$$

Die uiteenlopendheid van die tros bane kan gekenmerk word deur die verskil  $(\alpha_{cr,maks} - \alpha_{cr,min})$ , wat bepaal kan word uit die uitdrukking

$$\alpha_{cr,maks} - \alpha_{cr,min} = \tan^{-1} [ (V_a(V_{T maks} - V_{Tmin}) / ((V_{T maks})(V_{T min}) + V_a^2)) ] \dots [5]$$

Hieruit volg dat, met die toenemende snelheid  $V_a$ , die uiteenlopendheid van die tros bane eers toeneem tot 'n sekere maksimum waarde en dan afneem. Maksimum uiteenlopendheid kom voor wanneer

$$[ d [ \tan (\alpha_{cr,maks} - \alpha_{cr,min} ) ] / dV_a ] = 0 \dots\dots\dots [ 6 ]$$

wat voorkom by die snelheid

$$V_{a maksdiv} = ((V_{Tmaks})(V_{Tmin}))^{1/2} \dots\dots\dots [ 7 ]$$

Hierdie teoretiese verhouding vorm die fundamentele konsep vir doeltreffende skeiding van 'n mengsel in 'n horisontale windtonnel. Om doeltreffende skeiding van heelplant- en gekapte lusernhooi in blaar- en stingelfraksies te bewerkstellig, moet oorweging geskenk word aan die volgende faktore wat lugstroomsnelheid en eenvormigheid en / of die grenssnelhede van die luserndeeltjie onregstreeks beïnvloed.



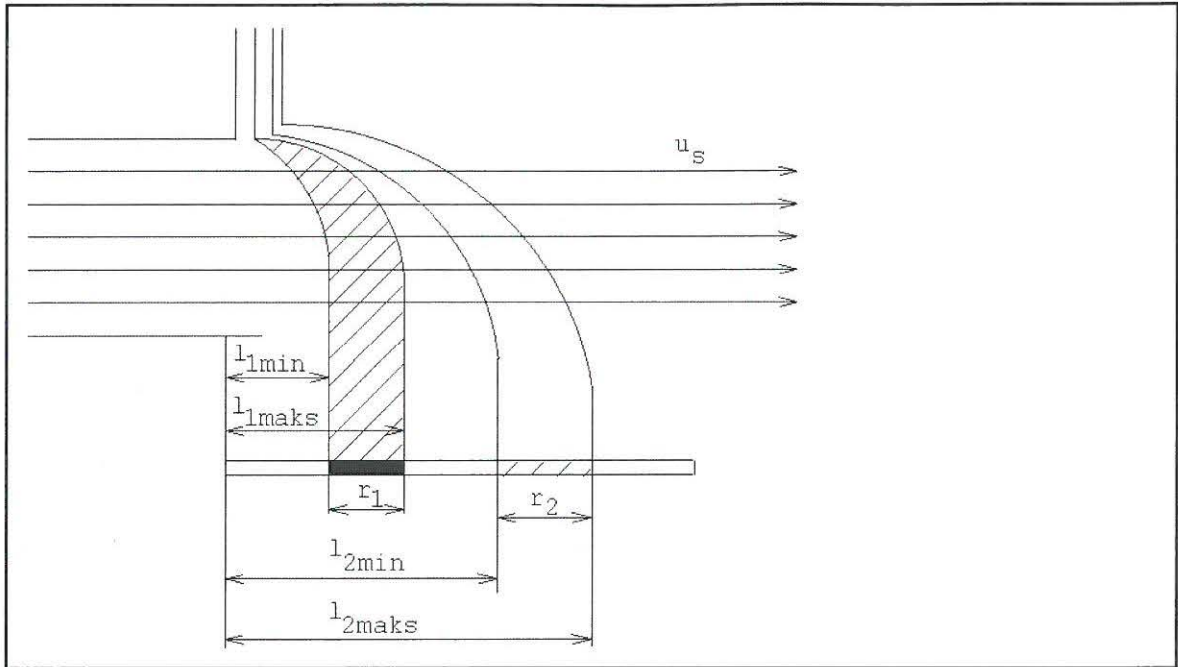
#### 4.2.2 EIENSKAPPE VAN INSETMATERIAAL

Die voginhoud van hooi verander die gewig van lusernblaar- en stingeldeeltjies. Aangesien grenssnelheid afhang van die verhouding gewig tot oppervlakte, sal deeltjies van verskillende groottes, maar dieselfde digtheid, verskillende grenssnelhede hê.

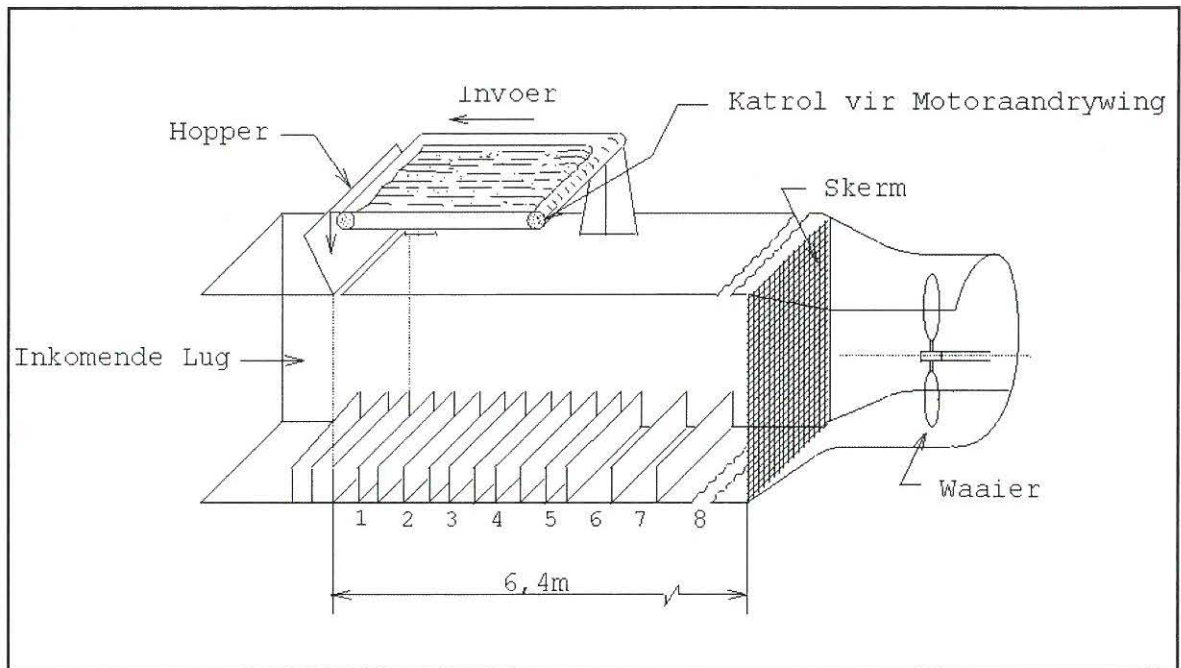
Gekapte heelplantlusernhooi bestaan uit 'n wye reeks deeltjiegroottes, wat wissel van klein blaarfraksies tot heel drielingblare met blaarstele, en van stingelfragmente tot geboë takke. Die lengte van die snit bepaal daarom die dwarsdeursnee-oppervlakte van die deeltjies.

Hooibewerking behels die kneusing en / of knak van lusernstingels met die doel om die droogtempo's te verhoog. Hierdie bewerking vergroot die oppervlakte van die stingels en bring die aërodinamiese eienskappe van die stingels nader aan dié van die blare. Bepaling van die optimale lugstroomsnelheid sal dus afhang van die gemiddelde waardes van  $V_{Tmaks}$  en  $V_{Tmin}$  wat weer afhang van die eweredigheid van die deeltjiegroottes in die samestelling.

Menzies (1966) het vasgestel dat die gemiddelde grenssnelheid van enkelblaartjies met blaarstele en drielingblaartjies met blaarstele 1,2 m/s was. Net so het stingels van 12,7 mm met knope in die middel 'n grenssnelheid van 4,8 m/s gehad, terwyl stingels van 10 cm met knope in die middel 'n grenssnelheid van 3,9 m/s gehad het. Die blare wat Menzies gebruik het, het ten tye van toetsing vars van 'n veld gekom en was dus plat. Blare in lusernhooi is gekrul (kleiner oppervlakte) en het hoër grenssnelhede. Die grootte van die verskil tussen die grenssnelhede van blare en stingels in lusernhooi is dus kleiner as die verskil in snelhede gevind is. [13], [14]



**Figuur 4.3** Verspreiding van 'n mengsel in 'n horisontale windtonnel



**Figuur 4.4** Horisontale windtonnel

'n Vervoerder het die hooi in die windtonnel ingevoer deur 'n opening aan die bokant van die tonnel. Die vloer van die tonnel is afgeskort met 13 panne, 1,2 m wyd en 0,12 m diep. Die eerste pan was reg onder die toevoeropening. Die eerste 10 panne was 0,25 m lank, die volgende twee 0,50 m en die laaste 2.90 m.

'n Voorafbepaalde massa hooi is eenvormig oor 'n gemerkte oppervlakte van die vervoerder versprei. Die vervoerderaandrywing is aangeskakel en die materiaal is op 'n bepaalde tyd in die tunnel gestort. Deur die hooimassa te wissel en die verspreidingsoppervlakte en toevoertye konstant te hou, is verskillende toevoertempos verkry.

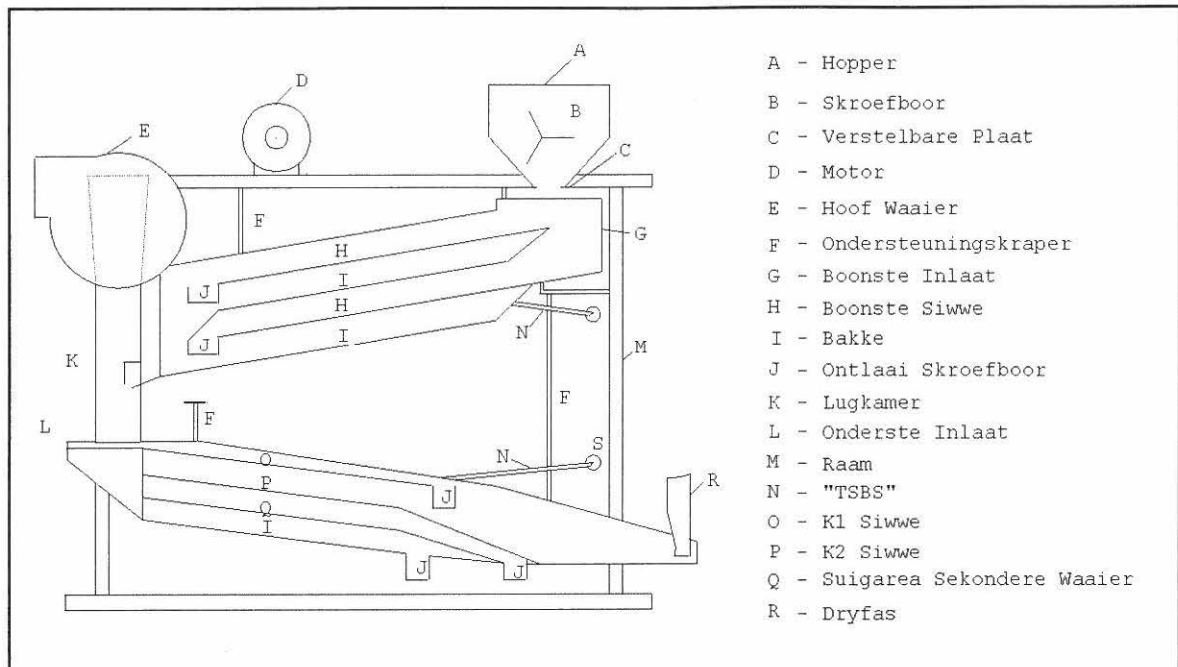
Na elke lopiese is die massa van die materiaal in elke pan bepaal en opgeteken. Materiaal is eers uit die pan onder die toevoeropening versamel en daarna uit opeenvolgende panne totdat sowat 50% (volgens massa) van die materiaal wat ingevoer is, versamel is. Dit is deeglik gemeng en monsters is geneem vir rupro-teïenanalise. Die materiaal wat in die panne oorgebly het, is as die blaarfaksie gedefinieer. [2] Die afleiding wat gemaak kan word, is dat lusernstingels se gewig swaarder is as die blaargedeeltes.

### 4.3 SKUDSIF

Die skeiding van kuilvoer is behaal met 'n skudsifskedingsmasjien wat uit vier siwwe en twee stygende vertikale lugstrome (sien Figuur 4.5) bestaan. Al die siwwe word teen 'n helling van 10 grade gemonteer en elke sif beslaan 'n oppervlakte van  $1,5 \text{ m}^2$ . Nadat die kuilvoer oor die eerste sif met 'n ronde gatgrootte van 12,7 mm beweeg het om van die growwer gedeeltes in die kuilvoer ontslae te raak, word die produk deur die vertikale lugstroom gestuur om van die blaargedeeltes ontslae te raak. Die snelheid en die volume van die lugstroom was onderskeidelik 8,0 m/s en  $1,3 \text{ m}^3/\text{s}$ . Daarna is die proses herhaal, elke keer met kleiner siwwe met ronde gate om die finale geskeide produk te kry. [3]

Die skudsifproses was suksesvol met die vogpersentasie-inhoud van die kuilvoer op 15 %. Bogenoemde proses kan nie gebruik word wanneer die kuilvoer 'n hoër persentasie voginhoud het nie, omdat die nat kuilvoer fisies die openinge van die skudsif verstop.





**Figuur 4.5 Syaansig van skudsifskeidingsapparaat [3]**

#### 4.4 GRAANSKEIDING IN 'N VERTIKALE KOLOM MET 'N LUGSTROOM

Tydens toetse uitgevoer met lugstrome is ondervind dat nie net die lugvloeiensnelheid en toevoertempo van die graan die enigste bepalende faktor van die sukses van die skeiding was nie, maar ook die hoek en snelheid waarteen die graan die vertikale kolom binnegekom het. [8]

In die geval van die vertikale kolom word gedroogte lusern deur middel van lug geskei. Met verwysing na Figuur 4.6 word die skeidingsproses vervolgens bespreek. By punt A is 'n verstelbare sentrifugale waaier, vanwaar die lug in die tonnel afbeweeg na 'n vernoustuk by D, waar die bewegende lug met 90 grade van rigting verander word deur sirkelvormige wieke. Die lug beweeg dan in die vertikale kolom op na punte F en G, waar die lusern deur 'n vervoerband in die kolom geplaas word. Die ligter partikels wat deur die lugstroom verplaas word, beweeg deur 'n hoek van 140 grade waar die ligter partikels in die geut by punte K, L en J opgevang word. Die swaarder gedeeltes word by punt I verwyder deur 'n uitlaat-deur.

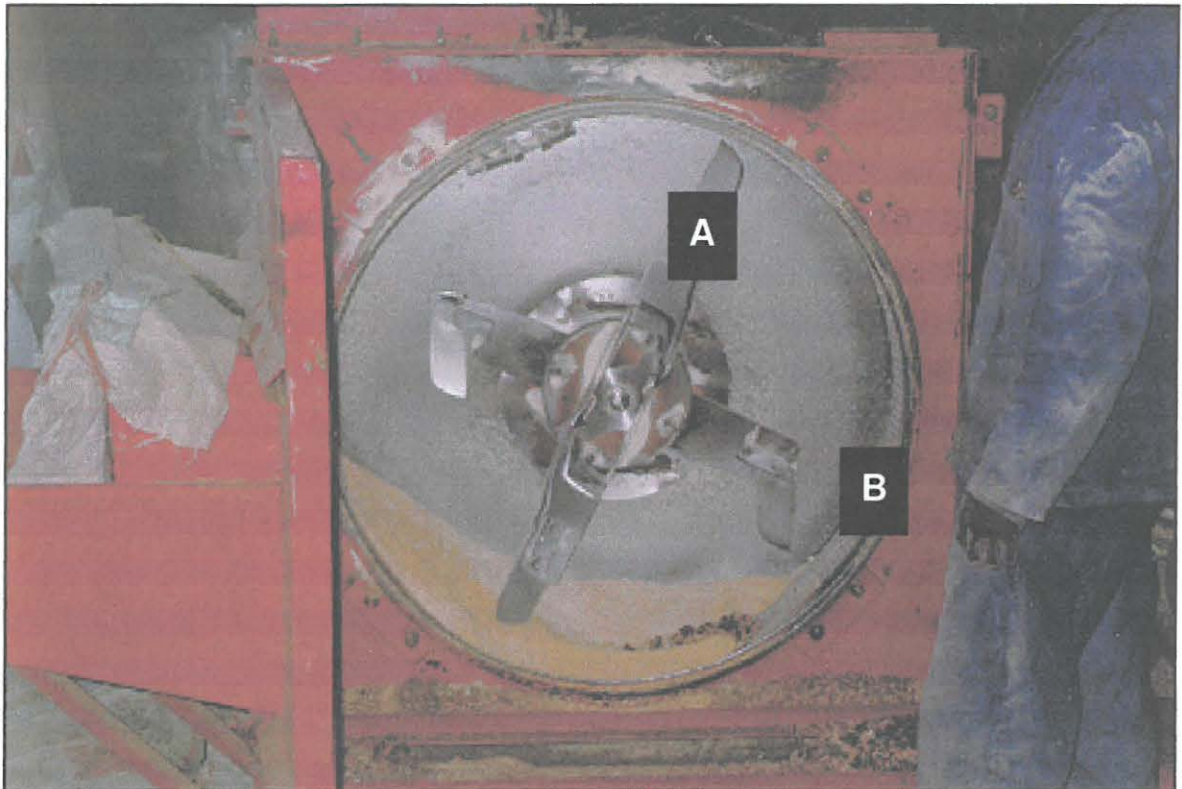
#### 4.5 PLAASLIKE LUSERNSKEIDINGSTEGNOLOGIE

As daar na die werking van 'n hamermeul gekyk word, word die volgende waargeneem. In baliehamermeulens word stomp hamers gebruik om die hooi oor 'n sif op te breek. Die hamers dien ook as pluisers en kap direk in die hooibaal in, wat oor die rotor met die hamers in 'n balie roteer. Alhoewel die snit lengte deur die gat-groote van die sif bepaal word, word 'n groot persentasie van die produk tot poeier opgebreek. Die poeiergedeelte van die produk vorm nuttelose klonte en veroorsaak onaangename stof tydens die maalproses. Nat bale maal baie moeilik, omdat die nat voer die sif verstop tydens die maalproses. Materiaalvloeï word beheer deur die snelheid waarteen die baal oor die hamers roteer, of 'n platform wat die baal nader en weg beweeg van die hamers af.

© Central University of Technology, Free State

Kerwers is 'n doelgemaakte werktuig om hooi mee te kerf. Die aantal snylemme op die drom, of vliegwiel, bepaal die snitlengte van die lusern. In beide bogenoemde gevalle word die lusern wel in fyner partikels opgebreek, maar die proteïenwaarde bly steeds  $\pm 18\%$ , afhangende van die kwaliteit.

In Figuur 4.7 kan die hamers (A) en sif (B) waargeneem word, waardeur die produkte gereduseer word om aan verskillende markbehoefte te voldoen.

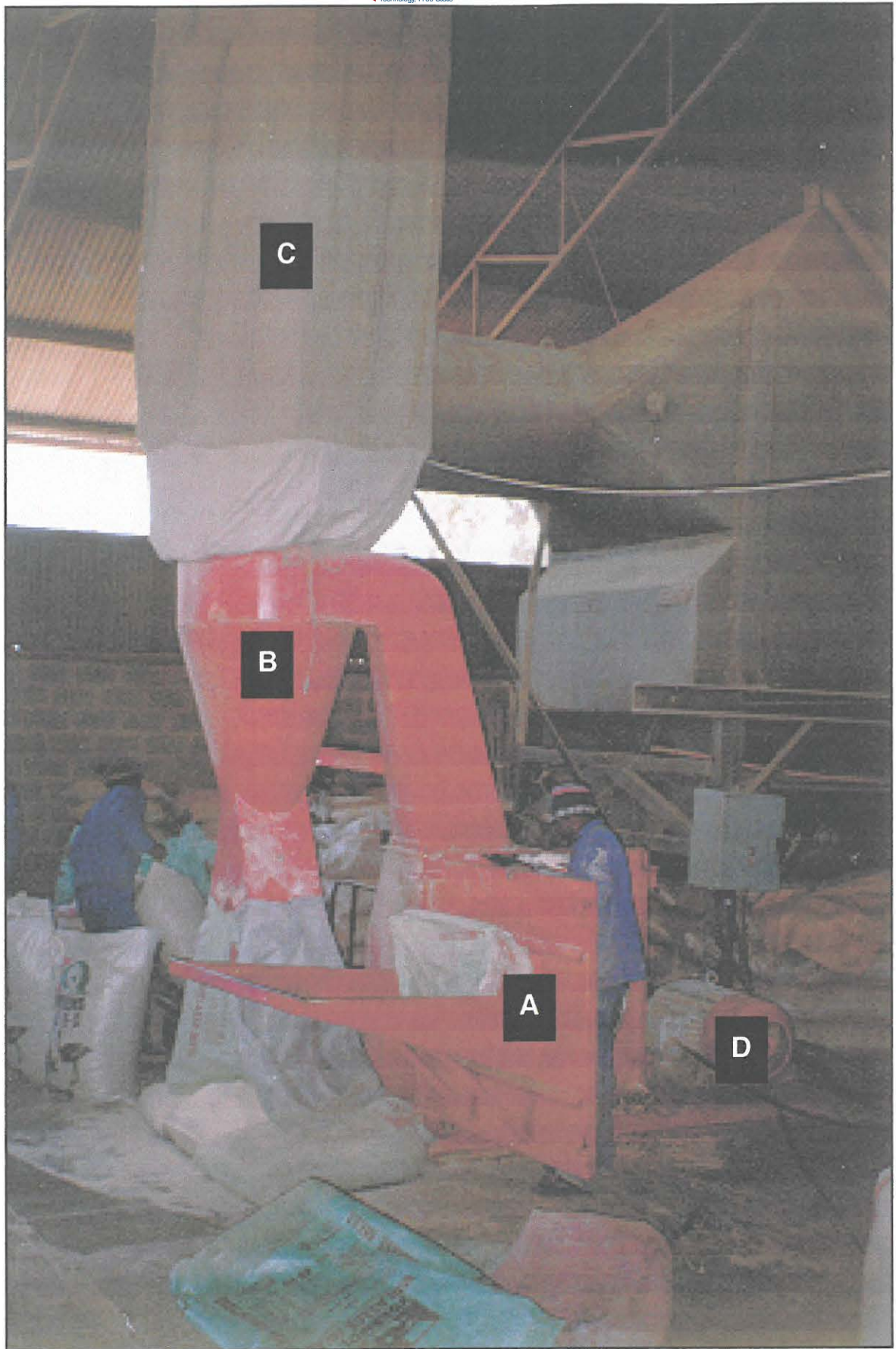


**Figuur 4.7 Sif en hamers van hamermeul**

In Figuur 4.8 word 'n volledige hamermeul (A), met sikloon (B), stofsak (C) en elektriese motor (D) wat vir die aandrywing gebruik word, vir die redusering van landbouprodukte getoon.

Die beginsels waarop die hamermeul en kerwer werk, het grootliks bygedra tot die ontwikkeling van die meganiese skeidingsmasjien om die hoë- en lae proteïenkomponente van mekaar te skei.





Figuur 4.8 Sikloon met sikloonsak en hamermeul in geheel

## HOOFSTUK 5

### ONTWIKKELING VAN DIE LUSERNSKEIDINGSAPPARAAT

#### 5.1 INLEIDING EN PROBLEEMSTELLING

Die behoefte vir die ontwikkeling van 'n meganiese lusernskeidingsapparaat bestaan alreeds van die vroeg sewentigerjare. Die studie van die lusernbedryf in Suid-Afrika wat in Hoofstuk Twee bespreek is, het die ontwikkeling van waarde-toevoeging tot die produk net nog sterker beklemtoon. Hierdie sogenaamde lusernskeidingsapparaat moet in staat wees om die hoë- en lae proteïenkomponente van lusern op die mees effektiewe meganiese proses van mekaar te skei.

Hierdie navorsing behels die ontwikkeling en evaluering van 'n meganiese lusernskeidingsapparaat om die hoë- en lae proteïengedeeltes van lusern deur middel van 'n meganiese proses te skei.

Die geskeide produk se sogenaamde hoë- en lae proteïenkomponente van lusern sal dus die eindproduk van die skeidingsproses wees. Die hoë proteïenkomponent "HPK" kan dus in diere rantsoenmengsels gebruik word, om sodoende ander HPKs te vervang en die produsent kostes te bespaar.

#### 5.2 VEREISTES

Die eindproduk sal 'n meganiese lusernskeidingsapparaat wees wat lusernblare en ŉstingels van mekaar kan skei. Die proses moet koste-effektief wees en aan die markbehoefte voldoen. Wanneer 'n vierkantige baal gebruik word, moet die geskeide produk uit te minste 70 % blare en 30 % stoke bestaan.

#### 5.3 MOTIVERING VAN ONDERDELE VAN LUSERNSKEIDINGSMASJIE

Uit die literatuur het dit geblyk dat daar wel bestaande, maar min, apparate/metodes is om lusern te skei vir die behoefte soos genoem vir 'n goedkoper plaaslike skeidingsmasjien om dieselfde werk te verrig. Ongelukkig is daar



nie baie literatuur beskikbaar oor die skeiding van lusern in hoë- en lae-proteïenkomponente nie.

Twee van die prosesse wat in die buiteland gevolg word om lusern in verskillende proteïenkomponente te skei, is pneumatiese skeiding en die skudsifproses. [2], [3] Die kapitale koste om die proses van pneumatiese skeiding van hoë- en lae-proteïenkomponente van lusern vir ons plaaslike behoefte te implementeer, is aan die orde van R 72 000,00. Dit het die ontwikkeling van 'n goedkoper en meer lewensvatbare meganiese skeidingsmasjien na vore gebring, ten einde aan die behoefte van die plaaslike en moontlik ook die buitelandse mark te voldoen.

Tans maak produsente gebruik van 'n hamermeule om lusern fyn te maak (reduseer), sonder om die hoë- en lae-proteïengedeeltes van mekaar te skei. As gevolg van die bestaande metode wissel die persentasie proteïenvlakke tussen 16 % en 18 %, omdat die stingels en die blare net fyngemaal en nie geskei word nie. Deur die lusern in twee komponente te skei, kan die meeste van die hoë-proteïenkomponente behoue bly. Verskaffers wat toetse gedoen het om verliese by die redusering van grane en hooi te bepaal, het bereken dat ongeveer 30 % van die hoë-proteïenkomponente verloor word as gevolg van stof wat tydens die reduseringsproses ontstaan. As gevolg van hierdie verliese moet addisionele hoë-proteïenkomponente bygevoeg word om diërantsoene te balanseer, wat die kostes van sodanige rantsoene verhoog.

Daar kan van bestaande tegnologie se idees gebruik gemaak word vir die ontwikkeling van die plaaslike lusern-skeidingsmasjien.

Eerstens is die hamermeul wat hooi of lusern kan reduseer baie belangrik in die ontwerp, want dit is nodig om lusern in kleiner dele op te breek, wat die skeiding tussen die blare en stingels meer suksesvol kan maak. Die hamermeul slaan die produk aanhoudend totdat die partiekels groot genoeg is om deur 'n bepaalde sif te beweeg. Sodoende kan 'n redelike uniforme produk gelewer word. Die nadeel van 'n hamermeul is dat daar, soos reeds genoem baie stofverliese (hoë-proteïengedeeltes) tydens redusering ontstaan.



Tweedens kan die groter en kleiner partikels (blare en stingels) met die skudsifmetode van mekaar geskei word. Met die byvoeging van 'n sif in die ontwerp sal dit beslis help om die blare en stingels van mekaar te skei.

Nodige wysigings en aanpassings van bogenoemde apparate het veroorsaak dat 'n eiesoortige apparaat ontwikkel is wat wetenskaplik van bestaande apparate verskil en aan die markvereiste voldoen.

Genoemde skeidingsprosesse wat in die buiteland gebruik word, werk goed, maar plaaslik moet daar nog steeds na 'n meer ekonomies-lewensvatbare skeidingsproses gekyk word.

Die volgende idees is kan met die ontwikkeling van die lusernseidingsapparaat toegepas word:

- Die prototipe moet slegs vierkantige lusernbaal kan verwerk om die beginsel van skeiding tussen hoë- en lae proteïenkomponente van lusern te toets. Met die voltooiing van die skeidingsapparaat sal bepaal word of dit nodig is om die masjien aan te pas om rondebale ook te verwerk.
- Die eerste twee gedeeltes van die skeidingmasjien is belangrik, want die lusernbaal moet in 'n hanteerbare vorm na 'n skeidingstrog gestuur word sodat skeiding suksesvol kan plaasvind.
- Die pluusertol is nodig om die vierkantige lusernbaal in kleiner dele op te breek sodat 'n meer uniforme produk na die snytol deurgevoer kan word. Die snelheid van die pluusertol is krities, omdat die regte hoeveelheid lusern na die snytol deurgevoer moet word om moontlike verstopping by die snytol uit te skakel.
- Na die pluusertol moet daar 'n snytol wees om die produk in sekere lengtes te sny, soos deur die markvereiste bepaal vir verdere gebruik.
- Die gekerfde produk, wat nog uit blare en stingels bestaan, moet dan geskei word om sodoende die HPK van die stingels te skei.
- Die skeidingstrog moet 'n skroefboor bevat om die gekerfde produk na die skeidingsspiraal te vervoer. Die skeidingsspiraal moet 'n as met vingers daarop bevat om die lusern teen die sif te vryf om die lusern in twee komponente te skei.

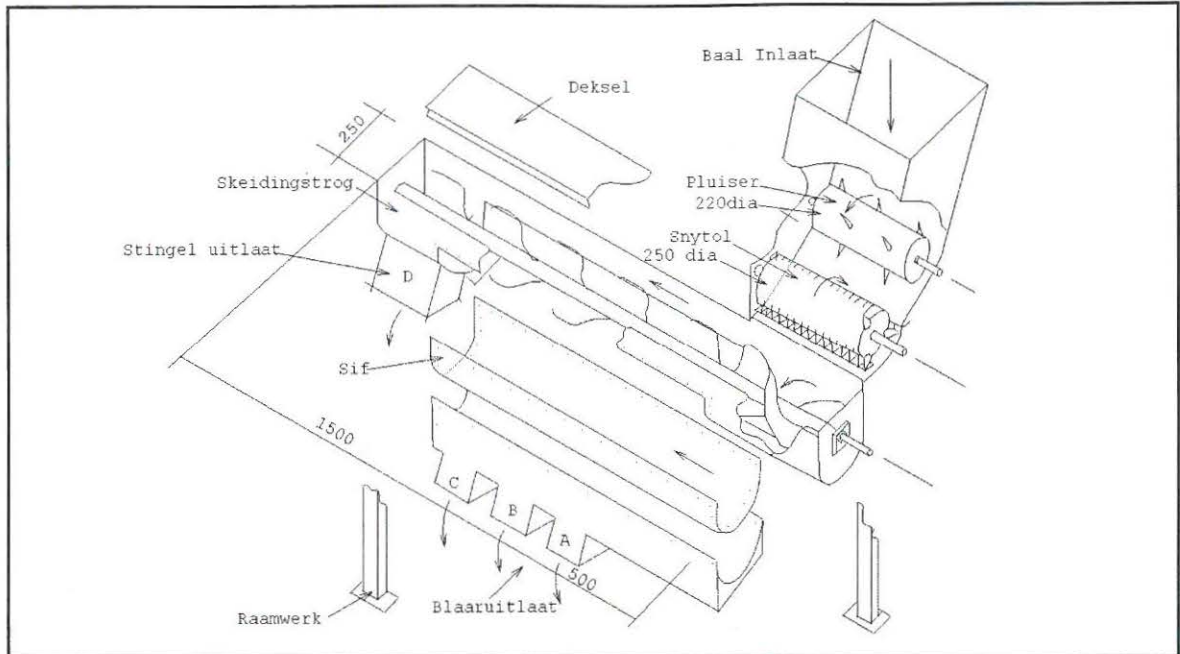
- Die skeidingsspiraal se snelheid moet verstelbaar wees om sodoende die optimum skeidingsnelheid vir die kommersiële skeidingsmasjien te bepaal.
- Die sif sal die bepalende faktor wees om die blaargedeelte deur te laat en die stingelgedeelte agter te hou. Dit word dan met die skeidingsspiraal deurgevoer word om apart opgevang te word.
- Daar sal van vier uitlaatopeninge gebruik gemaak word, bv. uitlate A, B en C sal die uitlate vir die HPK gedeeltes wees en uitlaat D sal vir die stingelgedeeltes wees. (sien Figuur 5.10) Die doel van uitlate A, B en C is om die afstand te bepaal waar maksimum skeiding en kapasiteit voorkom.

#### **5.4 SKEMATIESE VOORSTELLING VAN DIE LUSERNSKEIDINGSAPPARAAT**

'n Skematiese voorstelling van die apparaat word in Figuur 5.1 getoon. Die lusernskeidingsapparaat bestaan uit 'n baalinlaatopening waar in die vierkantige lusernbale geplaas word. Vandaar beweeg dit na die eerste gedeelte van die skeidingsmasjien waar die lusernbaal gepluis word deur die pluisertol met behulp van pluisertolpenne wat lusern van die lusernbaaloppervlakte stroop.

Die gepluiste lusern beweeg na die tweede gedeelte van die skeidingsmasjien, wat bekend staan as die snytolkamer, waar die gepluiste lusern tussen die pluisertol en die agterste wand van die skeidingsmasjien deurgevoer word. Teensnybalkies aan die binnewand van die snytolkamer sny die lusern in bepaalde snylengtes voordat die lusern in hoë- en lae proteïenkomponente geskei word.

Die derde gedeelte van die skeidingsmasjien bestaan uit 'n skeidingsspiraal wat in 'n skeidingstrog gemonteer is, waar die finale skeidingsproses van die lusern plaasvind. Die hoëproteïengedeelte (blare) word by die blaaruitlate opgevang, terwyl die lae proteïengedeeltes (stingels) by die stingeluitlaat opgevang word.



**Figuur 5.1 Skematiese voorstelling van die lusernskeidingsapparaat.**

## 5.5 ONTWIKKELING VAN KOMPONENTE

Die lusernskeidingsapparaat is uit die volgende onderdele saamgestel:

- 'n inlaatopening
- 'n pluisertol
- 'n snytol
- 'n skroefboor
- 'n skeidingsspiraal
- uitlaatopeninge
- frekwensiebeheerder.

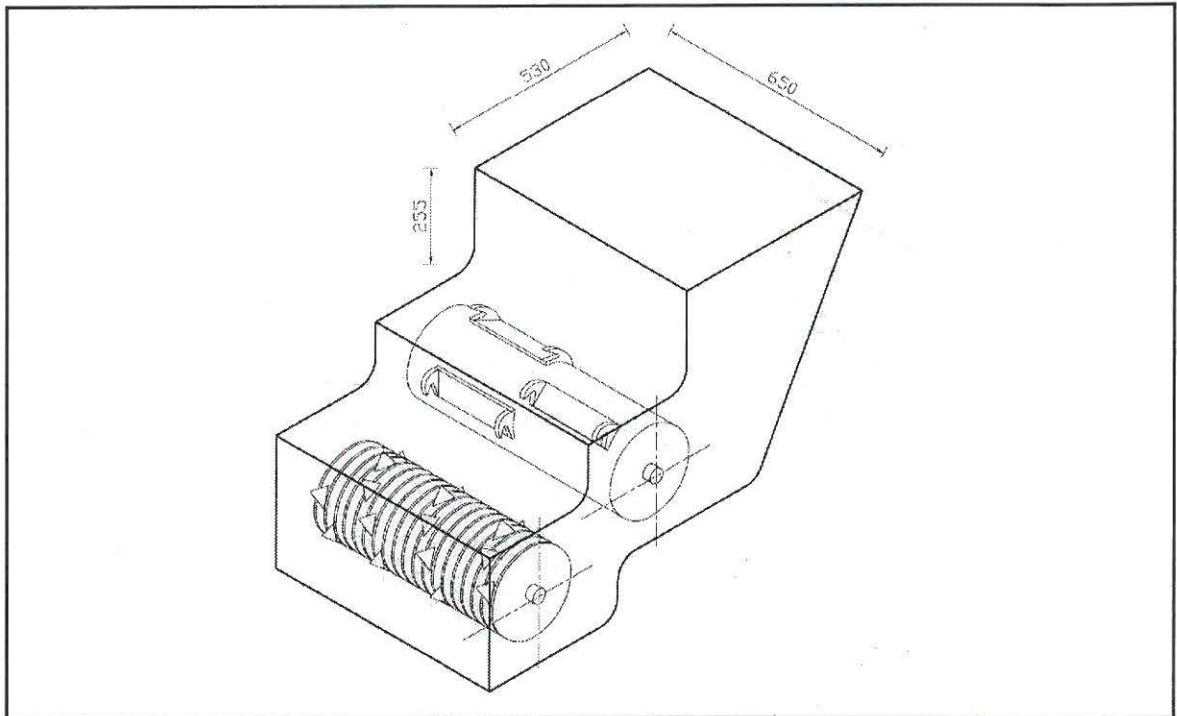
Al die bogenoemde onderdele word op 'n staalraamwerk geïntegreer, wat bekend staan as die lusernskeidingsapparaat, om sodoende lusern in twee komponente te skei.

### 5.5.1 INLAATOPENING

Die inlaatopening het reghoekige afmetings van 530 mm x 650 mm. Daar is spesifiek van voorgenoemde afmetings gebruik gemaak sodat 'n vierkantige lusernbaal



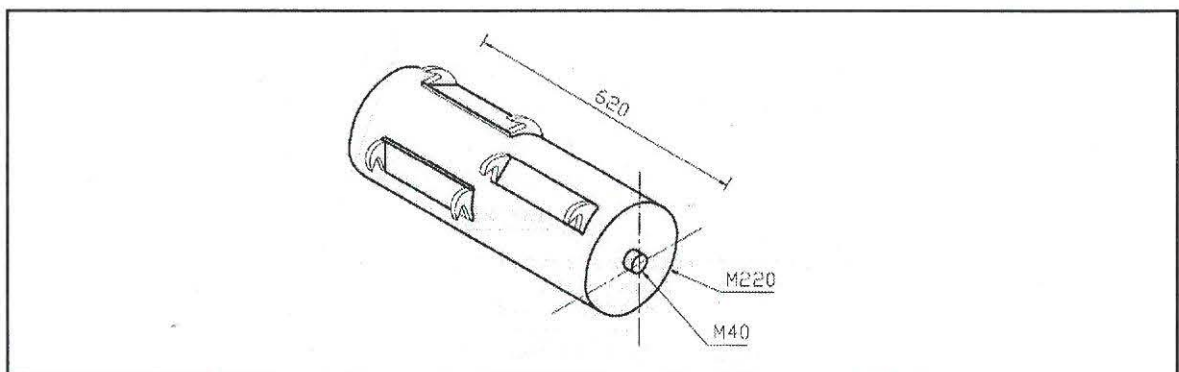
gemaklik in die inlaatopening geplaas kan word. Die sykante van die inlaatopening is van 3 mm-dik staalplaat vervaardig, aangesien dit die norm is wat vervaardigers gebruik om hamermeulens en ander plaastoerusting mee te vervaardig. Figuur 5.2 toon die inlaatopening skematies aan.



**Figuur 5.2 Skematiese voorstelling van die inlaatopening**

### 5.5.2 PLUISTERTOL

'n Skematiese voorstelling van die pluistertol word in Figuur 5.3 getoon. Die pluistertol word reeds suksesvol in 'n rondebalkkerwer gebruik.



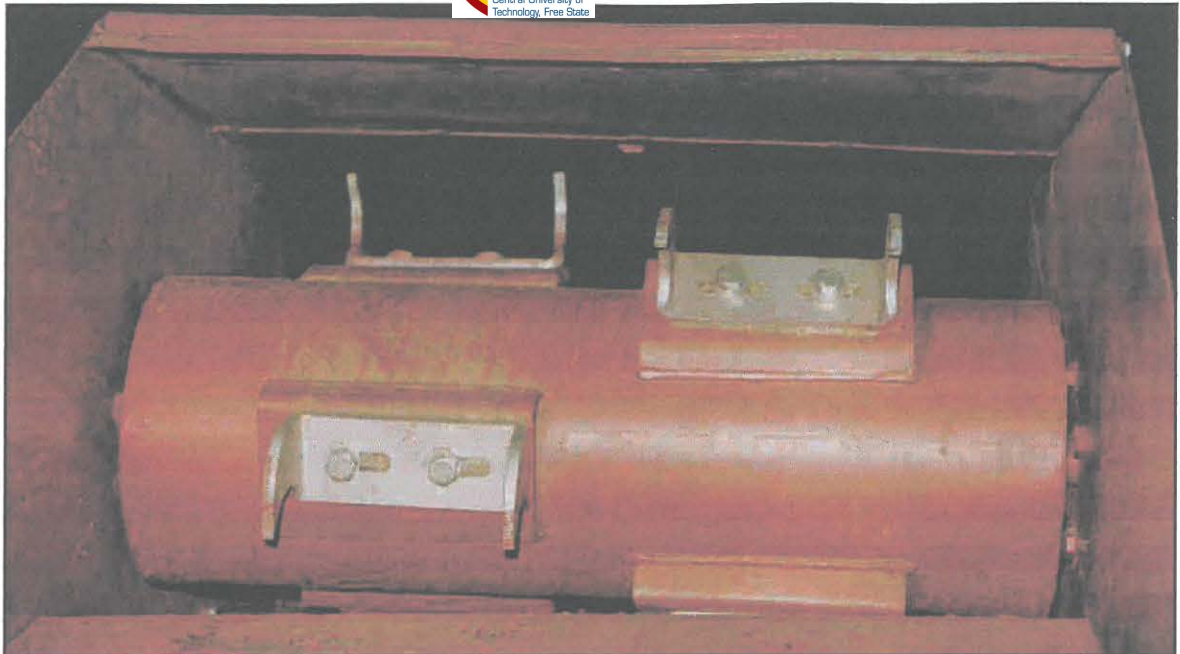
**Figuur 5.3 Skematiese voorstelling van die pluistertol**

Die pluistertol bestaan uit 'n ronde buis met 'n diameter van 215 mm, 'n dryfas en 'n tweede as wat beide kante in rollaers draai teen 'n rotasiesnelheid van 60 r.p.m. (sien Figuur 5.4). Eweredig rondom die pluistertol word balke met skuinsvlakke wat na die draairigting wys, gemonteer. Op die skuinsvlakke is op gereelde afstande getapte gate twee-twee langs mekaar. Die gatformasie vorm 'n spiraal na weer-skante en na buite teen die draairigting van die pluistertol.

Die pluisterpenne bestaan uit 'n plat staaf met skuins, skerp punte wat in die middel gemonteer is d.m.v. twee slotgate, ooreenstemmend met die middelpunte van die getapte gate op die pluistertol. Die doel van die pluisterpenne is om die vierkantige bale in kleiner gedeeltes op te breek voordat die gepluiste produk deur na die snytol deurbeweeg. Die draairigting van die pluistertol is in die draairigting van die snytol, waar die gepluiste lusern in spesifieke lengtes gekerf word vir die tweede fase van die skeidingsproses.

Die wringkrag wat benodig word vir die pluistertol om doeltreffend te werk is  $\pm 160$  Nm. Sodoende is daar bereken om van 'n 1,1-kW elektriese motor gebruik te maak. Die berekende wringkrag van die 1,1-kW elektriese motor beloop 175,1 Nm, wat beter is as beraamde wringkrag van 160 Nm. [Aanhangsel B]

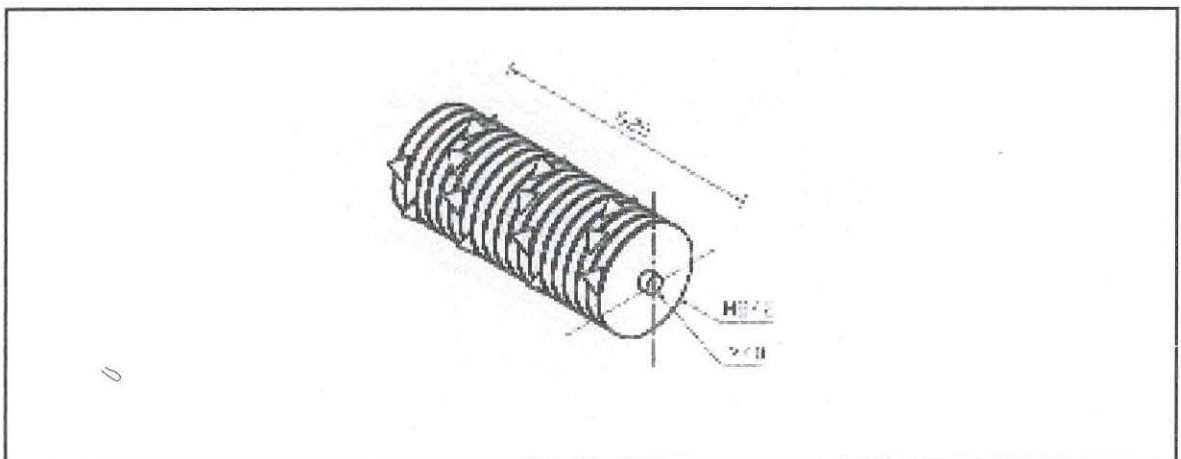
Die aandrywing op die pluistertol (met 'n diameter van 220 mm en 'n asdiameter van 35 mm) vind plaas deur middel van 'n 1,1-kW elektriese motor. Die aandrywing van die elektriese motor word deur middel van 'n ketting oorgedra na 'n katrol wat op die as van die pluistertol gemonteer is. Die rotasiesnelheid van die 1,1-kW elektriese motor op sy as is 60 r.p.m. en die verhouding van die twee katrolle is op 'n een-tot-een basis. Sodoende word daar slegs 60 r.p.m. en 175,1 Nm oorgedra na die pluistertol om die pluisaksie te verrig. Berekenings het getoon dat daar van 'n 21,7 mm as gebruik gemaak kan word vir die pluistertol ten einde kostes op die masjien te bespaar. In die berekenings is daar van 'n veiligheidsfaktor van 2:1 gebruik gemaak om die werklike asdiameter te bepaal wat die pluisingsproses moet verrig. Tydens die vervaardiging van die lusernskeidingsapparaat het die vervaardiger van 'n beskikbare 35-mm as op die pluistertol gebruik gemaak. [Aanhangsel B]



**Figuur 5.4 Pluistertol**

### 5.6.3 SNYTOL

Die basiese konstruksie van die snytol word skematies in Figuur 5.5 getoon. Die snytol, wat ook in 'n rondebalkerwer suksesvol gebruik word, is nodig in die ontwerp ten einde die gepluiste lusern in kleiner lengtes te sny.



**Figuur 5.5 Skematiese voorstelling van die snytol**

Die snytol is ook uit staal vervaardig, soos op die skematiese skets gesien kan word. Dit bestaan uit staalskywe met 'n diameter van 242 mm en plaatdikte van 6 mm, wat eweredig op 'n asdiameter van 40 mm gemonteer word. Op elke skyf word daar drie driehoekige snylemmetjies gemonteer om eweredige gewigsver-



spreiding te bewerkstellig. Die doel van die driehoekige snylemmetjies wat op die skywe gemonteer word is om die gepluisde lusern in lengtes van 60 mm, 120 mm en 150 mm te sny.

Die lemme vorm drie spirale wat vanaf die middel van die tol met die draairigting na buite uitkring. Elke lemmetjie (D) word met twee boutjies van verskillende breeksterkte aan die skywe geheg (C). Die boutjie naaste aan die snyvlak (A) is 'n hoëtrekstaalbout en dien as 'n vaste draaipunt, terwyl die bout verste van die snyvlak (B) van 'n sagte metaal vervaardig is en as 'n skeurbout dien. Wanneer die lem 'n harde voorwerp tref, bv. 'n klip, of oorbelaai word, skeur die skeurbout en die lem swaai terug tussen die skywe in om verdere beskadiging te voorkom. Volgens berekenings moet die krag wat op die punt van die snylemmetjie toegepas word om die breekboutjie, wat van sagte metaal vervaardig is, te breek, gelyk wees aan 8 507, 3 N. Die hoeksnelheid van die snytol moet dienoreenkomstig ook gelyk wees aan 5,02 rad. [Aanhansel B]

Die snylemme kap die lusern deur terwyl die teensnybalke dit ondersteun. Die stingellengte van die verwerkte lusern word deur die afstand tussen die teensnybalke bepaal, sowel as die hoeveelheid teensnybalke wat in die konkaf gemonteer word. [sien Figuur 5.6]

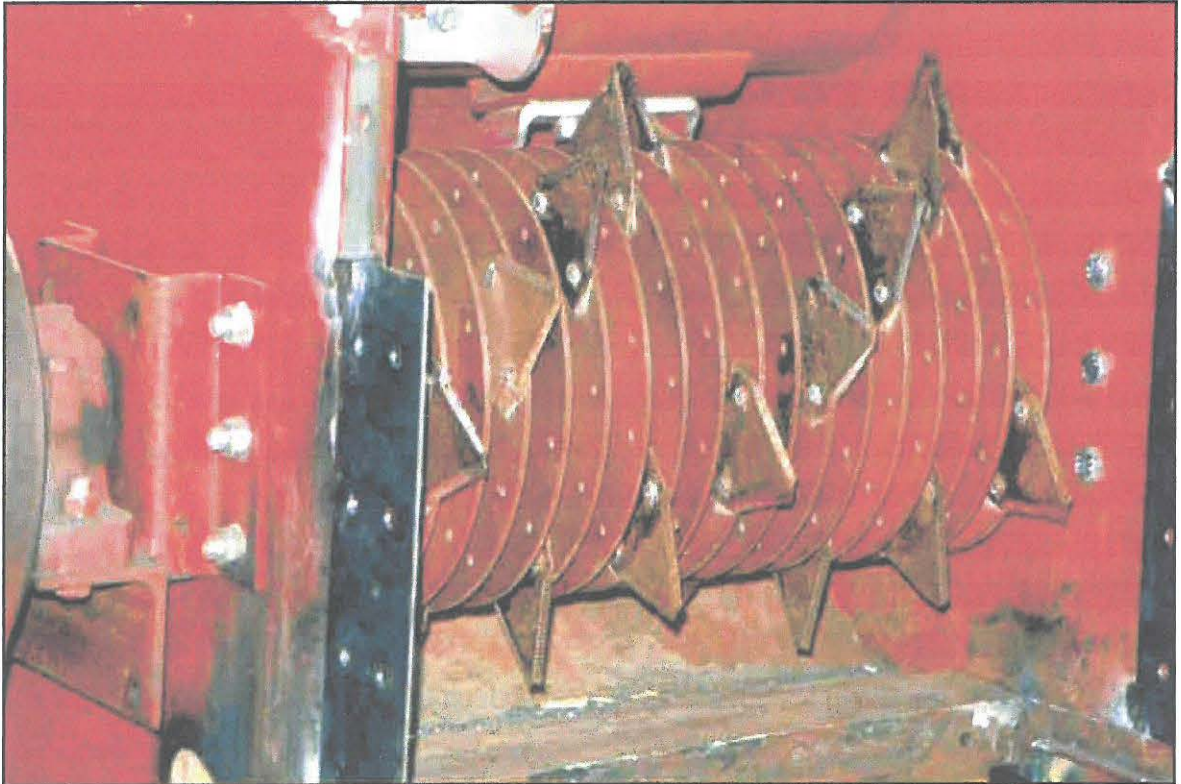
Een tot drie teensnybalkies kan gebruik word om die snylengte van die lusern te bepaal. Die snybalkie bestaan uit vertikale plat stawe wat eweredig uit mekaar gespasieer is en loodreg met die basisplaat gemonteer is. Die teensnybalkies se basisplaat is aan die binnevlak van die konkaf vasgebout, met die teensnybalkies in die rigting van die snytol. Die snylemme beweeg presies tussen die teensnybalkies deur om die lusern volgens die verlangde lengte te sny.

'n Wringkrag van  $\pm 17$  Nm is nodig vir die snytol om effektief die lusern in spesifieke lengtes te kerf. Met 'n 5,5 kW hoëspoed-elektriese motor kan daar aan die behoefte voldoen word.

Die aandrywing van die snytol vind plaas deur middel van 'n 5,5 kW hoëspoed-elektriese motor. Vanaf die as van die motor na die as van die snytol word die katrolle

met V-bande verbind om die aandrywingsenergie oor te dra. Die rotasiesnelheid van die snytol is 2885 r.p.m., met 'n wringkrag van 18,2 Nm om die lusern vinnig en effektief in markverwante snylengtes te sny. [Aanhangsel B]

Met die vervaardiging is van 'n beskikbare 40 mm as gebruik gemaak en volgens berekenings kan daar van 'n 10,2 mm as gebruik gemaak word om koste-effektief te wees. [Aanhangsel B]

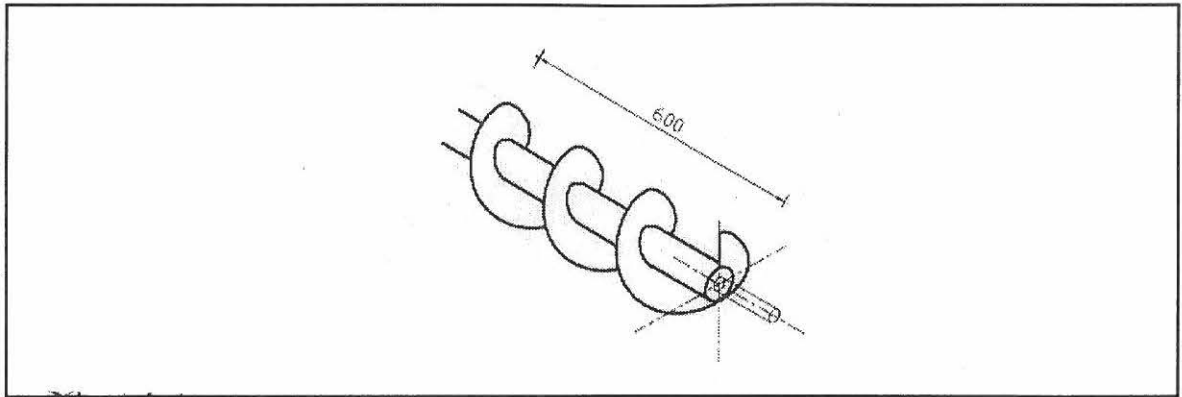


**Figuur 5.4 Snytol**

#### **5.6.4 SKROEFBOOR**

Daar word van 'n standaard skroefboor met 'n asdiameter van 30 mm gebruik gemaak om die gesnyde lusern na die skeidingsspiraal deur te voer. Die basiese konstruksie van die skroefboor word skematies in Figuur 5.7 aangetoon.



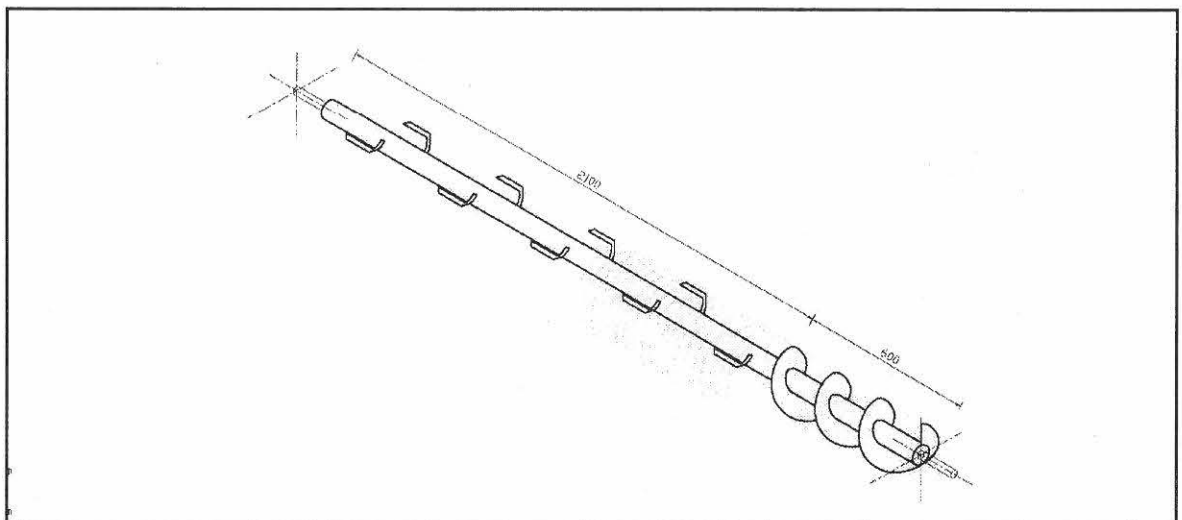


**Figuur 5.7 Skematiese voorstelling van die skroefboor**

In Figuur 5.7 word verwys na die standaard skroefboor wat in die geïntegreerde Figuur 5.1 gesien kan word.

### 5.5.5 SKEIDINGSSPIRAAL

Die basiese konstruksie van die skeidingsspiraal word skematies in Figuur 5.8 getoon. Met die konstruksie van die pluier- en snytol om vir die prototipe slegs vierkantige lusern bale te verwerk, is daar besluit om die skeidingstrog 2,7 m lank te maak om sodoende te bepaal op watter afstand en teen watter omwentelingsnelheid die beste skeiding verkry word. In die skeidingstrog is daar 'n skeidingsspiraal van 2,1 m en as diameter van 30 mm wat weerskante van die skeidingstrog in rollaers roteer. Op die skeidingsspiraal word daar 'n totaal van 14 skeidingsvingers, vervaardig van soliede ronde staal met 'n diameter van 16 mm, verspreid geplaas om die gesnyde lusern teen die sifoppervlakte te vryf om die skeidingsproses moontlik te maak.



**Figuur 5.8 Skematiese voorstelling van die skeidingsspiraal**

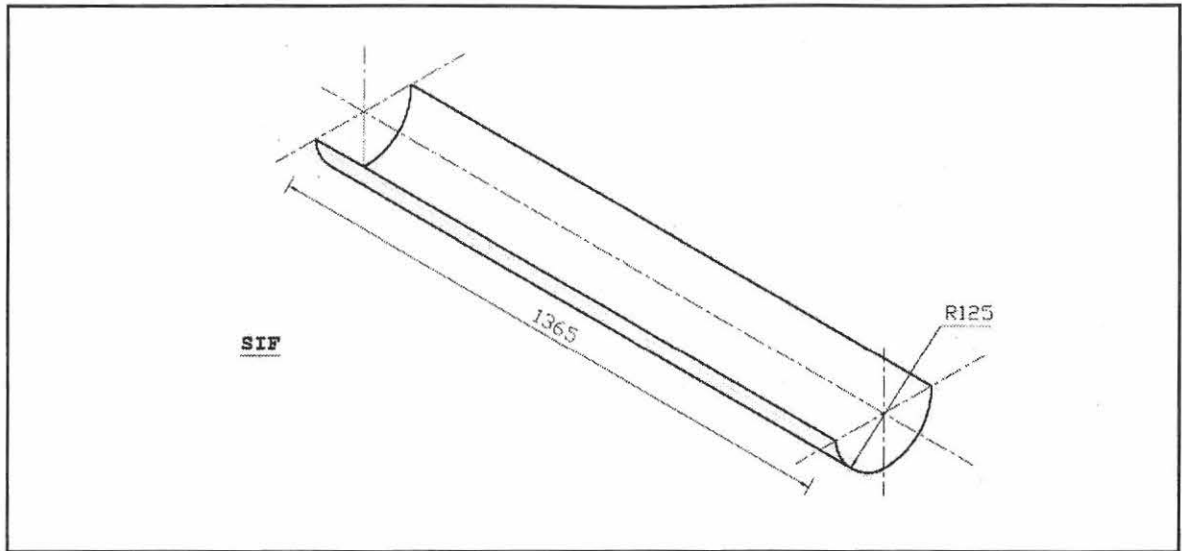


Die doel vir die lengte van 2,1 m vir die skeidingsspiraal is om die gekerfde produk solank as moontlik in aanraking met die sifoppervlakte te hou, om sodoende te bepaal teen watter omwentelingsnelheid die beste skeiding voorkom, en op watter afstand.

Die aandrywing van die skeidingsspiraal vind meganies plaas deur middel van V-bande en katrolle wat op 'n verhouding van een-tot-een werk. Daar word van 'n 3-kW elektriese motor gebruik gemaak om die skeidingsspiraal teen 'n rotasiesnelheid van 200 r.p.m. aan te dryf.

Die snelheid van die skeidingsspiraal word beheer deur 'n frekwensiebeheerder wat van 1 r.p.m. tot 200 r.p.m. gestel kan word. Die doel van die frekwensiebeheerder is om die omwentelingsnelheid van die skeidingsspiraal tydens toetse effektief te beheer. Volgens berekenings is die wringkrag van die 3-kW elektriese motor 143,2 Nm. Daar is teen vier verskillende snelhede skeidingstoetse gedoen en vir asdiameterberekenings is daar van die laagste snelheid en die hoogste wringkrag se waardes gebruik gemaak om die werklike asdiameter te bepaal. Vir die spesifieke geval van 143,3 Nm is die as teen 20,3 mm bereken, wat voloende sal wees om dieselfde werk te verrig. In die bogenoemde berekenings is daar aan 'n veiligheidsfaktor van 2:1 gebruik gemaak vir die nodige berekenings.

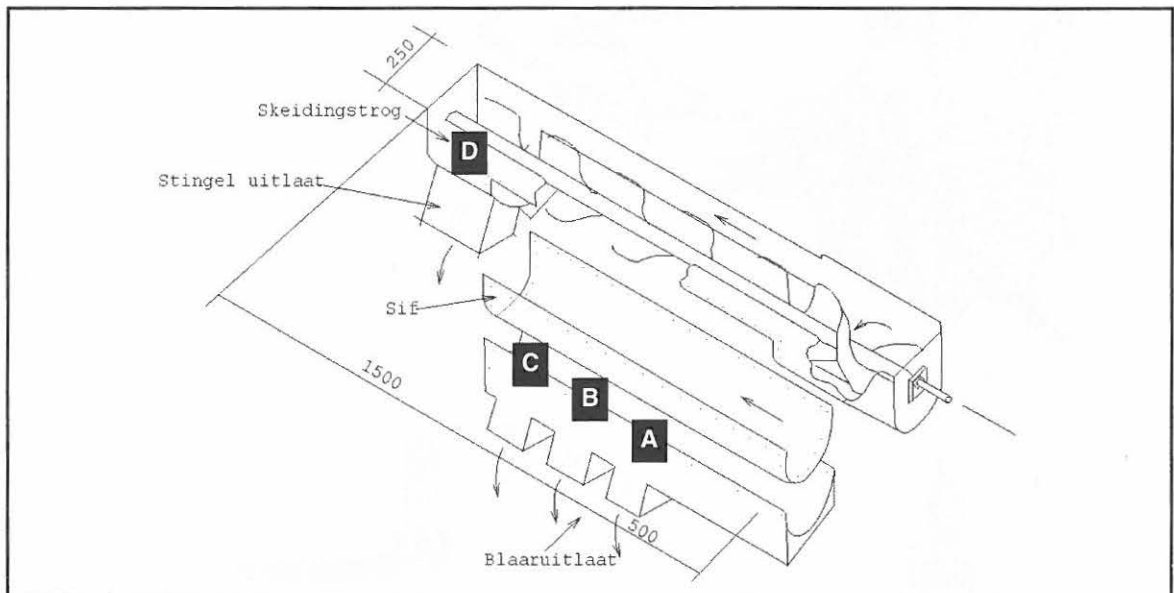
Onder die skeidingspiraal in die skeidingstrog is daar 'n sif met 'n klomp ovaalvormige gaatjies. Die oppervlakte van een gaatjie is  $A = 4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ . [Aanhangsel B] Die hoofdoel van die sif is om die lusernblare en -stingels van mekaar te skei.



**Figuur 5.9 Skematiese voorstelling van die sif**

### 5.5.6 UITLAATOPENINGE

Die plasing van die uitlaatopeninge word skematies in Figuur 5.10 getoon.



**Figuur 5.10 Skematiese voorstelling van uitlaatopeninge A, B en C**

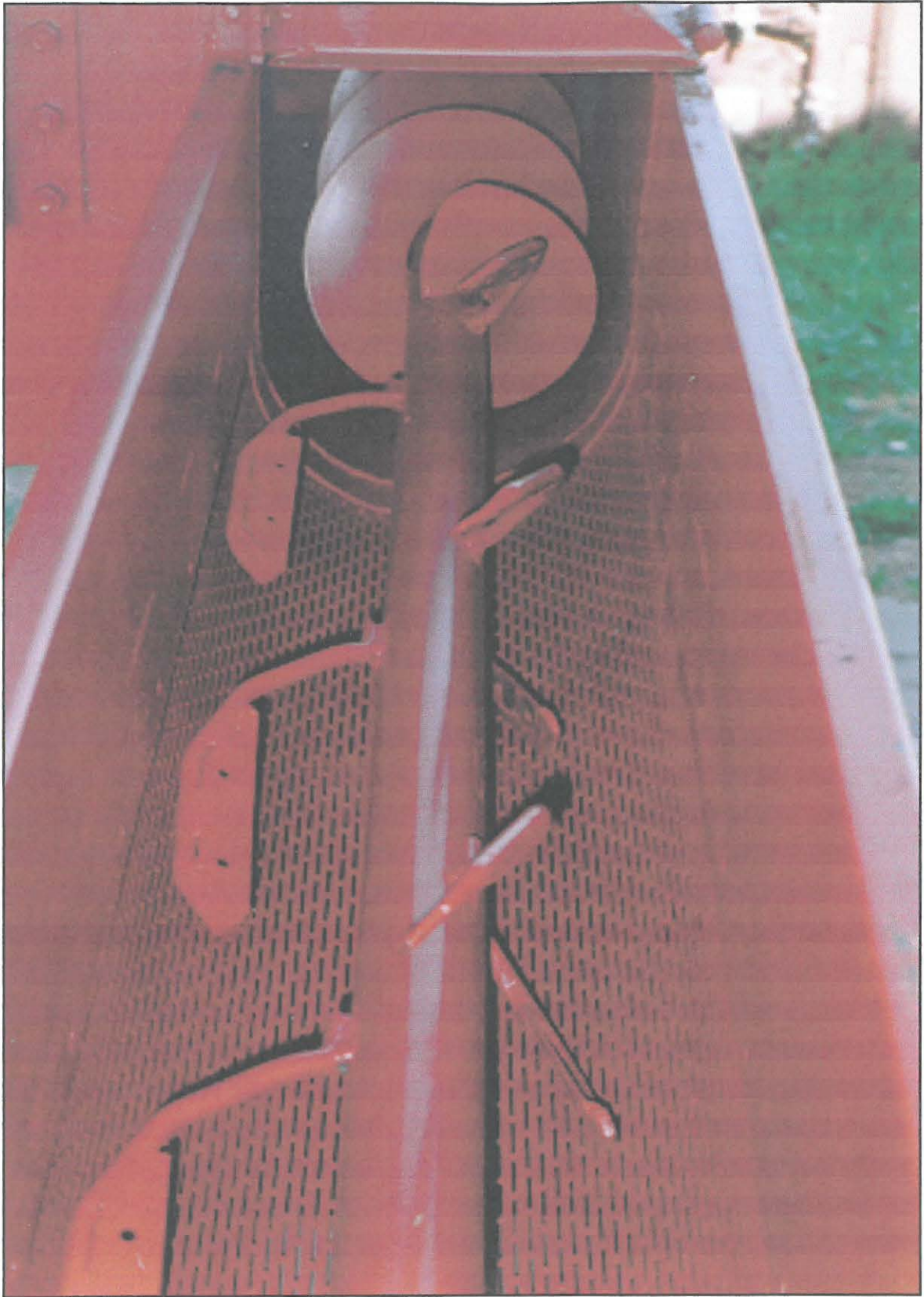
Die basiese konstruksie van die uitlaatopeninge bestaan uit 'n staalplaat met 'n dikte van 3 mm. In Figuur 5.10 word drie uitlaatopeninge naamlik uitlate A, B en C waargeneem, elk met afmetings van 150 mm x 270 mm, wat groot genoeg is om die geskeide produk deur te laat sonder dat verstoppings voorkom. Uit ondervinding by die S1 en S4 hamermeulens wat deur Drotsky vervaardig word, is die uit-

laatopeninge van genoemde hamermeulens spits na onder. As gevolg van die vorm van die uitlaat het daar tydens toetse gereeld verstoppings voorgekom. Omdat die resultaat van die skeidingsproses blaargedeeltes by uitlate A, B en C is, is dit nie nodig om die uitlaatopeninge groter te maak as bogenoemde afmetings nie. Met verwysing na Figuur 5.13 is daar 'n laaste uitlaatopening (D) wat gebruik gaan word waar die stingelgedeeltes opgevang moet word. Die afmetings van uitlaat D is ook 150mm x 270 mm, wat ook groot genoeg sal wees, omdat die lusern deur die snytol in korter lengtes gekerf sal word. Verstopping behoort dus nie 'n probleem by uitlaat D te wees nie.



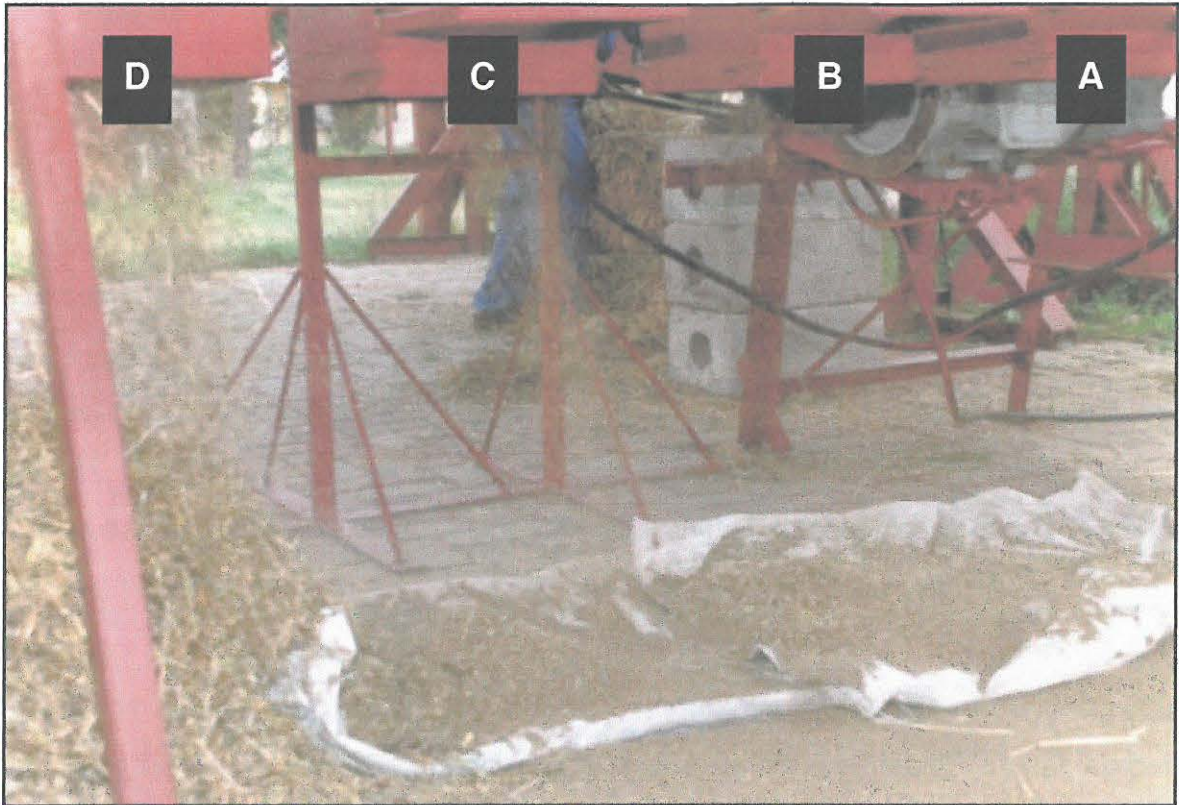
**Figuur 5.11 Skroefboor**





**Figuur 5.12 Skeidingsspiraal /skeidingstrog met sif**

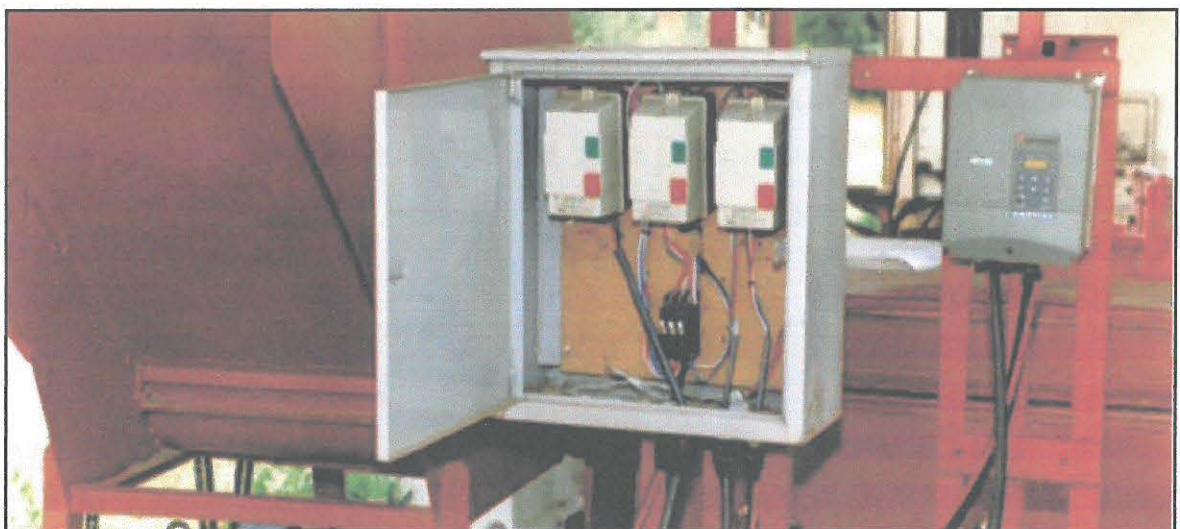




**Figuur 5.13** Uitlaatopeninge

### 5.5.5 FREKWENSIEBEHEERDER

Die frekwensiebeheerder (Figuur 5.14) word spesifiek gebruik om die snelheid van 'n drie- of enkelfase elektriese motor se rotasiesnelheid te beheer wanneer daar sekere toetse uitgevoer word. In die geval van die luserskeidingsapparaat is daar van 'n "DIGIFLUX™ CF FREQUENCY INVERTER" (frekwensiebeheerder) gebruik gemaak om die snelheid van die skeidingsspiraal te beheer tydens die toetse.



**Figuur 5.14** Frekwensiebeheerder

## 5.6 SAMESTELLING EN ONTLEDING VAN KOMPONENTE

Met die prototipe skeidingsmasjien word daar van drie afsonderlike elektriese motors gebruik gemaak, nl. 1,1 kW, 5,5 kW en 3 kW 'n total van 9,6 kW om die apparaat aan te dryf. Daar is op hierdie groottes besluit ter wille van die ontwikkelingskoste, aangesien dit 'n prototipe is om die beginsel van skeiding te toets. Die beperkende faktor hier was egter om die optimum skeiding op 'n sekere afstand en teen 'n sekere omwentelingsnelheid te bepaal.

Die skematiese samestelling van die lusernseidingsapparaat word in Figuur 5.1 aangetoon. Vervolgens sal die samestelling en werking van komponente bespreek word.

Met verwysing na die skematiese skets in Figuur 5.1 word die komponente as volg saamgevoeg: Eerstens die inlaatopening, gevolg deur die pluisertol, snytol, skroefboor, skeidingsspiraal, sif en uitlaatopeninge.

'n Vierkantige lusernbaal word in die inlaat geplaas, vanwaar die baal na die eerste gedeelte van die skeidingsapparaat, die pluisertol, beweeg. Die pluiserpenne wat op die pluisertol gemonteer word, word gebruik om die lusernbaal in kleiner gedeeltes op te breek om sodoende te sorg dat 'n meer uniforme produk na die snytol toe deurgevoer word. Die snytol, wat toegerus is met snylemme, sny of kerf die gepluiste lusern in sekere snylengtes wat aan die markbehoefte voldoen soos reeds genoem. Die gesnyde of gekerfde produk word dan na die skroefboor, deurgevoer wat op sy beurt die produk weer na die skeidingsspiraal deurvoer, waar die vryfaksie plaasvind om die blare en stingels van mekaar te skei. Die vryfaksie vind teen 'n sif met 'n gatgrootte van  $4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$  plaas. Die doel van die sif is sodat blaargedeeltes deur die sif by uitlate A, B en C opgevang kan word. By die laaste uitlaatopening, opening D, word die stingelgedeeltes opgevang.

Deur die bogenoemde proses toe te pas word lusern in twee komponente verdeel, naamlik hoë- en lae proteïenkomponente.



## 5.7 TOEPASSING EN EVALUERING

Hierdie verskillende komponente is saamgevoeg om 'n prototipe lusernskeidingsapparaat te bou om te bepaal of die ontwerp aan die vasgestelde vereistes en markbehoefte vir proteïenskeiding sal voldoen.

**EKSPERIMENTELE EVALUERING VAN DIE LUSERNSKEIDINGSAPPARAAT****6.1 VASSTELLING VAN EKSPERIMENTELE PARAMETERS**

Die hoofdoel van die navorsingsprojek was om 'n meganiese proses of metode te ontwikkel om lusern effektief in hoë- en lae proteïengedeeltes te skei. Die afstand van optimumskeiding in die skeidingsmasjien moet bepaal word en so ook die rotasiesnelheid van die skeidingsspiraal wat grootliks bydra tot die skeiding van die stingel- en blaargedeeltes. Laastens moet die geskeide produk aan die markvereiste van 70 % skeiding voldoen (bedoelende die hoëproteïengedeelte bestaan uit 70 % HPK en 30 % lae proteïenkomponent (LPK)).

Die markbehoefte ten opsigte van die snylengte van lusern is 60 mm, 120 mm en 150 mm vir die stingelgedeelte wat vir melkbeeste aangewend word.

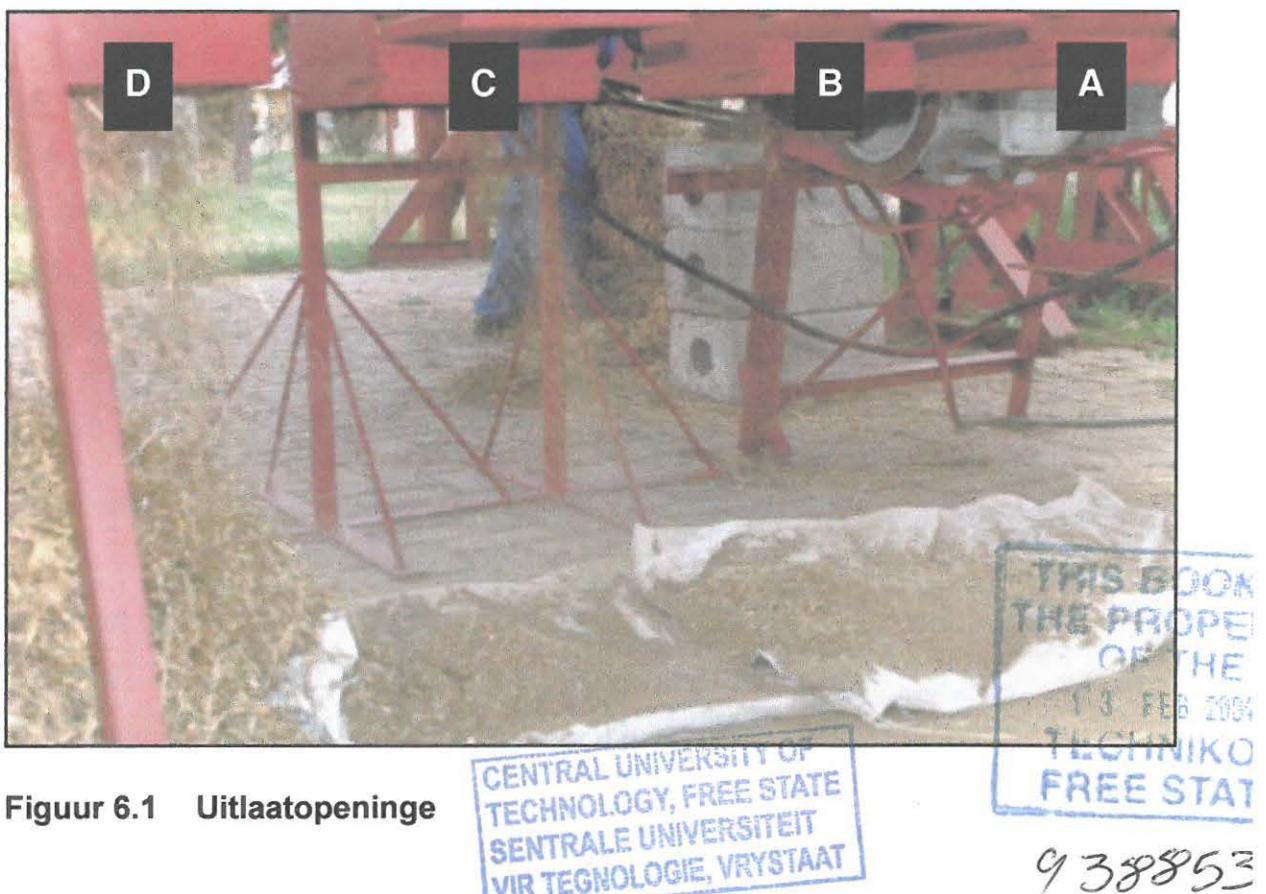
**6.2 METINGSMETODES**

Met die uitvoering van die eksperimentele skeidingstoets is daar van twee fisiologies-verskillende groepe lusern gebruik gemaak. Die eerste groep lusern is gesny met 'n blomstadium van 100 % en die tweede groep met 'n blomstadium van 20 %, ten einde waar te neem of daar 'n merkwaardige verskil in die skeiding van hoë- en lae proteïenkomponente en die kwaliteit in proteïenvlakke tussen bogenoemde twee luserngroepe sal wees. Die hoofrede waarom daar van twee verskillende fisiologiese groepe lusern gebruik gemaak is, is omdat lusern nie altyd presies op die korrekte fisiologiese stadium gesny word nie.

Vir die toets is 'n baalmonster van twee lusernbale geneem om die vogpersentasie van die lusern te bepaal en 'n algemene monster van die lusernbale te neem. Die snylemmetjies op die snytol is op 'n gekose afstand (60 mm, 120 mm of 150 mm) uitmekaar gespaseer om die verskillende snylengtes te kry, terwyl die frekwensiebeheerder verstel is om die skeidingsspiraal teen een van die genoemde snelhede te laat roteer.

Daar is besluit om die skeidingsspiraal teen vier verskillende snelhede van 100 r.p.m., 150 r.p.m., 200 r.p.m. en 250 r.p.m. te laat roteer, om sodoende te verseker dat die produk in maksimum kontak met die wind van die skeidingstrog bly ten einde te bepaal teen watter rotasiesnelheid die optimum skeiding plaasvind. Tydens die eksperimentele toetse is ondervind dat die skeidingsspiraal teen 'n rotasiesnelheid van 100 r.p.m. verstop. Die hoofrede vir die verstopping is as gevolg van die tempo waarteen die gekerfde lusern by die skeidingstrog aankom en omdat verplasing van die produk in die skeidingstrog nie in verhouding met die snytol is nie. Die rotasiesnelheidparameters van die skeidingsspiraal is dienooreenkomstig verander van 100 r.p.m., 150 r.p.m., 200 r.p.m. en 250 r.p.m. na 200 r.p.m., 250 r.p.m., 300 r.p.m. en 350 r.p.m. onderskeidelik om sodoende die optimum snelheid van die skeidingsspiraal, waar optimum skeiding plaasvind, te bepaal. Die omwentelingsnelheid van die skeidingsspiraal is tydens eksperimentele toetse deur 'n frekwensiebeheerder verstel volgens bogenoemde snelhede om die beste skeiding te bepaal.

Uitlate A, B en C verteenwoordig die hoëproteïengedeeltes, terwyl uitlaat D die lae-proteïengedeeltes verteenwoordig. Monsters is van uitlate A, B, C en D geneem (sien Figuur 6.1) vir bepaling van die skeidingspersentasie. Die proses is op lusern met 'n blomstadium van 20 % uitgevoer en herhaal vir 'n blomstadium van 100 %.



**Figuur 6.1** Uitlaatopeninge



### 6.3 BEPALING VAN SKEIDINGSPERSENTASIE

Om die skeidingspersentasie te bepaal is die volgende metode gevolg:

Monsters is geneem by uitlate A, B, C en D in die middel van die afsonderlike sakke waar die hoë- en lae proteïenkomponente opgevang is. Van monsters A, B, C en D is tien ewe groot monsters (massa van 10 gram elk) geneem wat gebruik is om die tellingtoetse van die blare, dun langwerpige stingels (blaarsteel), langwerpige stingels, asook sponsagtige stingels en enige ander onbekende deeltjies onder 'n stereoskoop te tel, ten einde die skeidingspersentasie te bepaal. Die blare en dun langwerpige stingels (blaarsteel) het onder die groep van blare (hoë proteïenkomponente) geval en die langwerpige stingels, asook sponsagtige stingels en enige ander onbekende deeltjies het onder die groep van stingels (lae proteïenkomponente) geval.

### 6.4 RESULTATE

Die resultate wat verkry is, word vervolgens aangebied en bespreek.

#### 6.4.1 GETABULEERDE OPSOMMINGS VAN SKEIDINGSPERSENTASIE VAN HOË- EN LAEPROTEÏENGEDEELTES.

Soos reeds genoem, is daar na vier verskillende skeidingsspiraalrotasiesnelhede gekyk, te wete 200 r.p.m., 250 r.p.m., 300 r.p.m. en 350 r.p.m., asook na drie verskillende stingelsnylengtes, te wete 60 mm, 120 mm en 150 mm. Die oorspronklike resultate word in aanhangsel 1 aangetoon, terwyl 'n opsomming daarvan nou in tabelvorm aangegee word.

Tabel 6.1 verteenwoordig die hoë proteïenkomponente, terwyl Tabel 6.2 die lae proteïenkomponente verteenwoordig.

In Tabel 6.1 word 'n opsomming gemaak van die persentasie hoë proteïenskeiding by uitlate A, B en C teen 'n snylengte van 60 mm, 120 mm en 150 mm en teen skeidingsspiraal-rotasiesnelhede van 200 r.p.m., 250 r.p.m., 300 r.p.m., 350 r.p.m. onderskeidelik.

**TABEL 6.1 PERSENTASIE HOËPROTEÏENGEDEELTES VIR LUSERN MET 'N BLOMSTADIUM VAN 20 %**

OMWENTELING SNELHEID (r.p.m.)	SNYLENGTE (mm)	OPENING A (%)	OPENING B (%)	OPENING C (%)
60	89	84	73	77
200	120	77	78	
150	76	74	72	
60	82	80	85	78
250	120	88	78	
150	88	83	76	
60	92	89	88	75
300	120	86	79	
150	80	83	76	
60	95	95	89	75
350	120	86	84	
150	92	81	70	

Tabel 6.2 verteenwoordig die lae proteïengeedeelte van die geskeide lusern wat bekend staan as die stingelgedeelte. Daarin word 'n opsomming gemaak van die skeidingspersentasie van lae proteïengeedeeltes teen snylengtes van 60 mm, 120 mm en 150 mm teen skeidingsspiraalrotasiesnelhede van 200 r.p.m., 250 r.p.m., 300 r.p.m. en 350 r.p.m. onderskeidelik.

**TABEL 6.2 PERSENTASIE LAEPROTEÏENSKEIDING (OPENING D) VIR LUSERN MET 'N BLOMSTADIUM VAN 20 %**

SNYLENGTE mm OPENING	200 r.p.m. D(%)	250 r.p.m. D(%)	300 r.p.m. D(%)	350 r.p.m. D(%)
60	71	74	83	96
120	63	78	70	88
150	81	69	82	91

Tweedens word daar in die volgende twee tabelle gekyk na die groep lusern wat met 'n blomstadium van 100 % gesny is.

Tabel 6.3 verteenwoordig die hoëproteïengedeelte terwyl Tabel 6.4 die laepro-  
teïengedeelte verteenwoordig.

In Tabel 6.3 word 'n opsomming gemaak van die persentasie hoëproteïenskeiding by uitlate A, B en C teen snylengtes van 60 mm, 120 mm en 150 mm en skeidingsspiraaltroasiesnelhede van 200 r.p.m., 250 r.p.m., 300 r.p.m. en 350 r.p.m. onderskeidelik.

**TABEL 6.3 SKEIDINGSPERSENTASIE VAN HOËPROTEÏENGEDEELTES VIR LUSERN MET 'N BLOMSTADIUM VAN 100 %**

OMWENTELING SNELHEID (r.p.m.)	SNYLENGTE (mm)	OPENING A (%)	OPENING B (%)	OPENING C (%)
60	78	78	68	51
200	120	75	56	
150	64	60	28	
60	79	69	71	40
250	120	66	50	
150	58	52	43	
60	76	59	57	38
300	120	56	52	
150	60	57	46	
60	74	70	68	34
350	120	67	55	
150	61	48	57	

Tabel 6.4 verteenwoordig die laepro-  
teïengedeelte van die geskeide lusern wat bekend staan as die stingelgedeelte. Daarin word 'n opsomming gemaak van die skeidingspersentasie van laepro-  
teïengedeeltes teen snylengtes van 60 mm, 120 mm en 150 mm en skeidingsspiraaltroasiesnelhede van 200 r.p.m., 250 r.p.m., 300 r.p.m. en 350 r.p.m. onderskeidelik.



**TABEL 6.4 PERSENTASIE LAEPROTEÏENSKEIDING (OPENING D) VIR LUSERN MET 'N BLOMSTADIUM VAN 100 %**

SNYLENGTE mm	200 r.p.m.	250 r.p.m.	300 r.p.m.	350 r.p.m.
OPENING	D(%)	D(%)	D(%)	D(%)
60	50	79	72	89
120	89	88	92	96
150	95	97	88	96

#### 6.4.2 GRAFIESE OPSOMMING

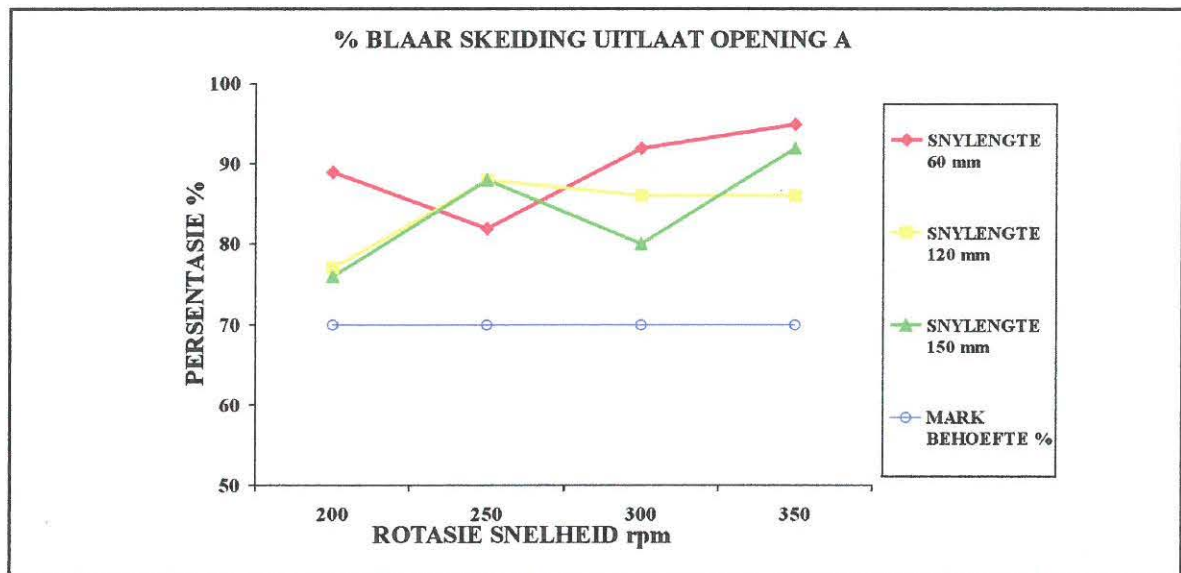
In die volgende figure word die skeidingspersentasie van hoë- en lae proteïenkomponente teen die verskillende rotasiesnelhede van die skeidingsspiraal teen verskillende snylengtes aangetoon. Figure 6.2 tot 6.5 verteenwoordig lusern wat gesny is met 'n blomstadium van 20 %, en Figure 6.6 tot 6.9 verteenwoordig lusern wat gesny is met 'n blomstadium van 100 %, om sodoende te bepaal of daar 'n merkwaardige verskil tussen die skeiding van die twee blomstadiumgroepe is.

Figure 6.2 tot 6.4 verteenwoordig die skeidingspersentasie van die hoëproteïenkomponente (stingels) by uitlate A, B en C teen verskillende rotasiesnelhede van die skeidingsspiraal en verskillende snylengtes. Figuur 6.5 verteenwoordig die skeidingspersentasie van die lae proteïenkomponent (stingels) by uitlaat D teen verskillende rotasiesnelhede van die skeidingsspiraal en verskillende snylengtes. Figure 6.6 tot 6.9 verteenwoordig presies dieselfde parameters as in die boonste geval, met die verskil dat dit die groep lusern verteenwoordig wat gesny is met 'n blomstadium van 100 %.

##### 6.4.2.1 20%-Blomstadium

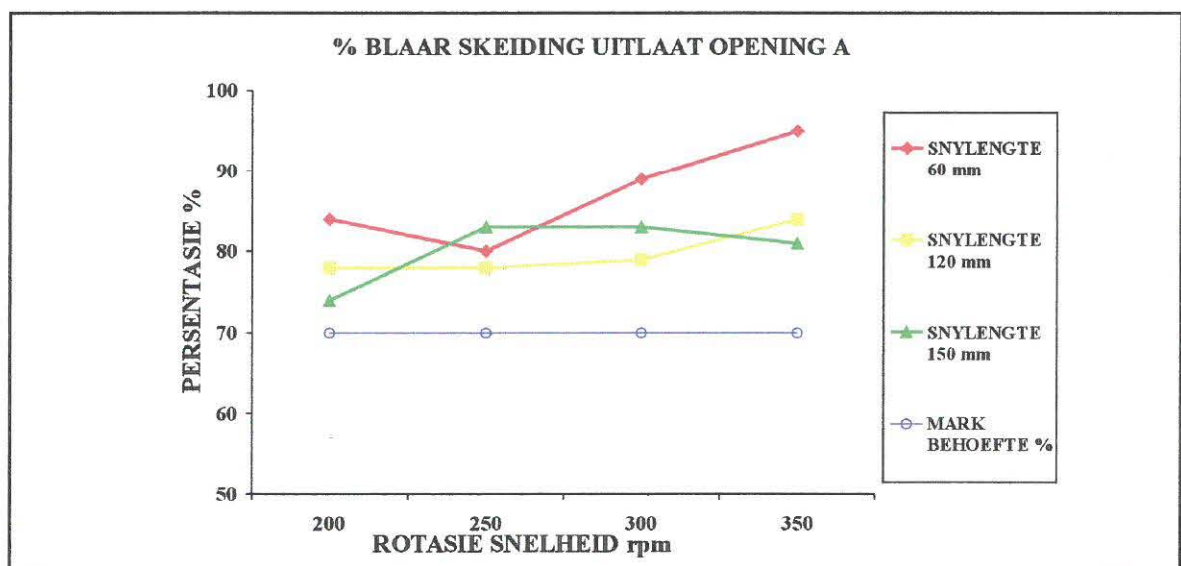
In Figure 6.2 tot 6.4 word daar afsonderlik na uitlate A, B en C gekyk om te bepaal teen watter snylengte lusern en by watter rotasiesnelheid die beste skeiding by die hoëproteïengedeeltes voorkom.

Indien daar afsonderlik na elke uitlaatafstand gekyk word, kan daar in Figuur 6.2 gesien word dat vir opening A daar in al die gevalle van rotasiesnelhede en snylengtes aan die markbehoefte van 70 %-skeiding voldoen is. In die geval waar die snylengte 60 mm was het die beste skeiding by 'n rotasiesnelheid van 350 r.p.m. voorgekom. Selfs vir die snylengtes van 120 mm was die beste skeidings ook by 'n rotasiesnelheid van 350 r.p.m. Die skeidingspersentasie vir die snylengtes van 60 mm was 95 %.



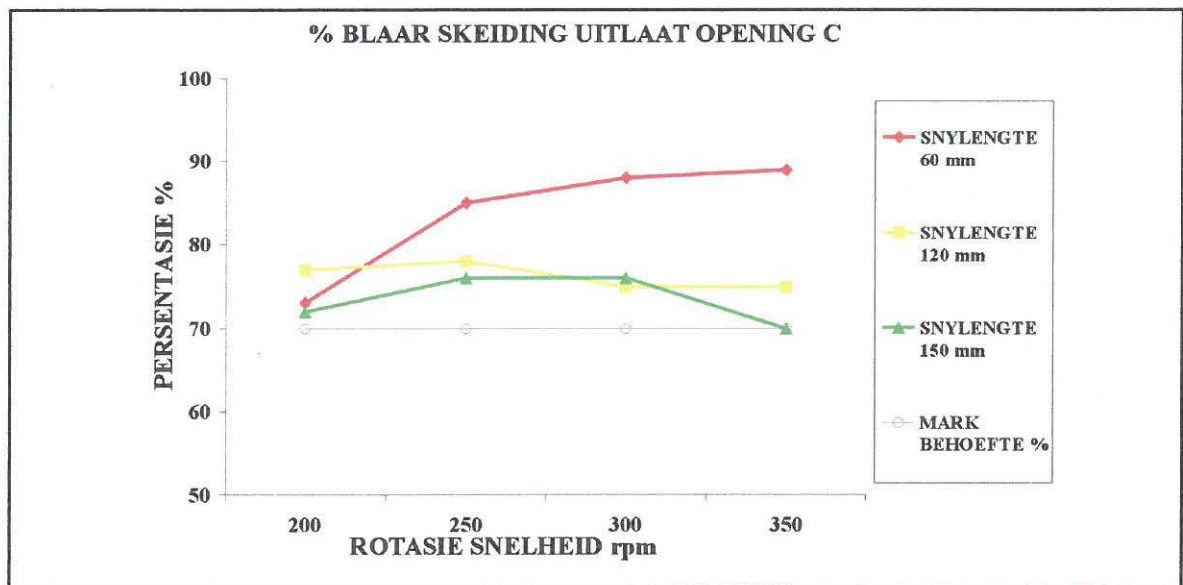
**Figuur 6.2 Persentasie hoëproteïenskeiding**

In Figuur 6.3 is daar afsonderlik na uitlaat B gekyk. Dieselfde resultaat word verkry as in die geval van uitlaat A, waar die produk met 'n snylengte van 60 mm weer die beste skeiding teen 'n rotasiesnelheid van 350 r.p.m. gegee het. Die ander twee gevalle het nog steeds aan die markvereiste van 70 %-skeiding voldoen.



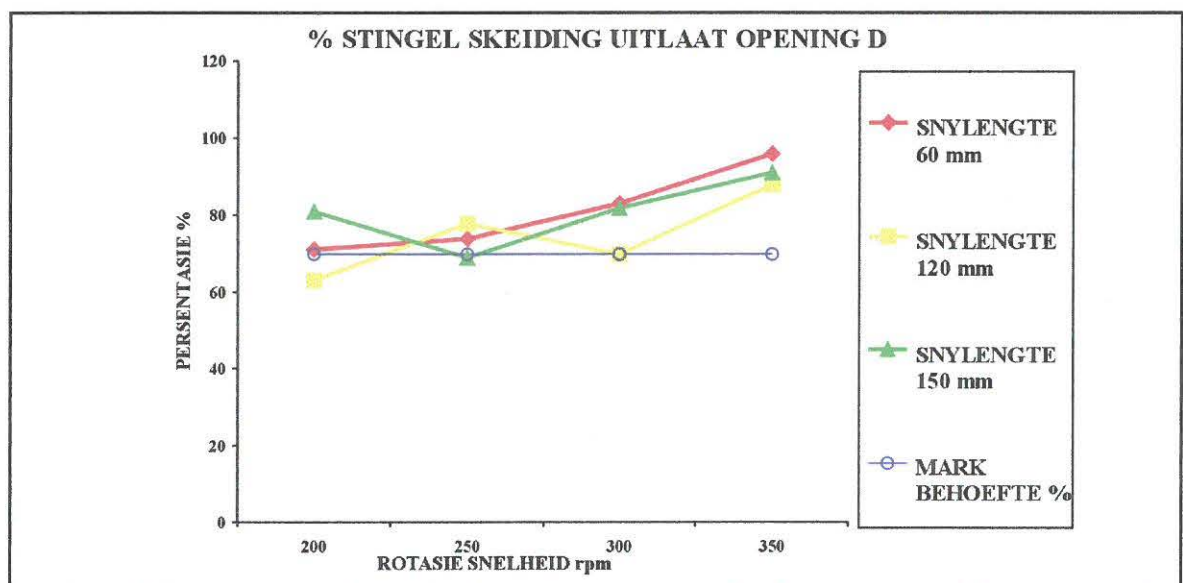
**Figuur 6.3 Persentasie hoëproteïenskeiding**

In Figuur 6.4, wat uitlaat C verteenwoordig, is dit weer lusern wat teen 'n lengte van 60 mm gesny en geskei is teen 'n rotasiesnelheid van 350 r.p.m. geskei is wat die beste resultaat gelewer het. In die ander twee gevalle is daar nog steeds aan die markbehoefte van 70 %-skeiding tussen hoë- en lae proteïengedeeltes voldoen.



**Figuur 6.4 Persentasie hoëproteïenskeiding**

In Figuur 6.5 word daar slegs na uitlaat D gekyk waar die lae proteïengedeeltes van lusern opgevang word. Soos waargeneem kan word, het die beste skeiding weer by 'n snitlengte van 60 mm, teen 'n rotasiesnelheid van 350 r.p.m., voorgekom.



**Figuur 6.5 Persentasie lae proteïenskeiding**



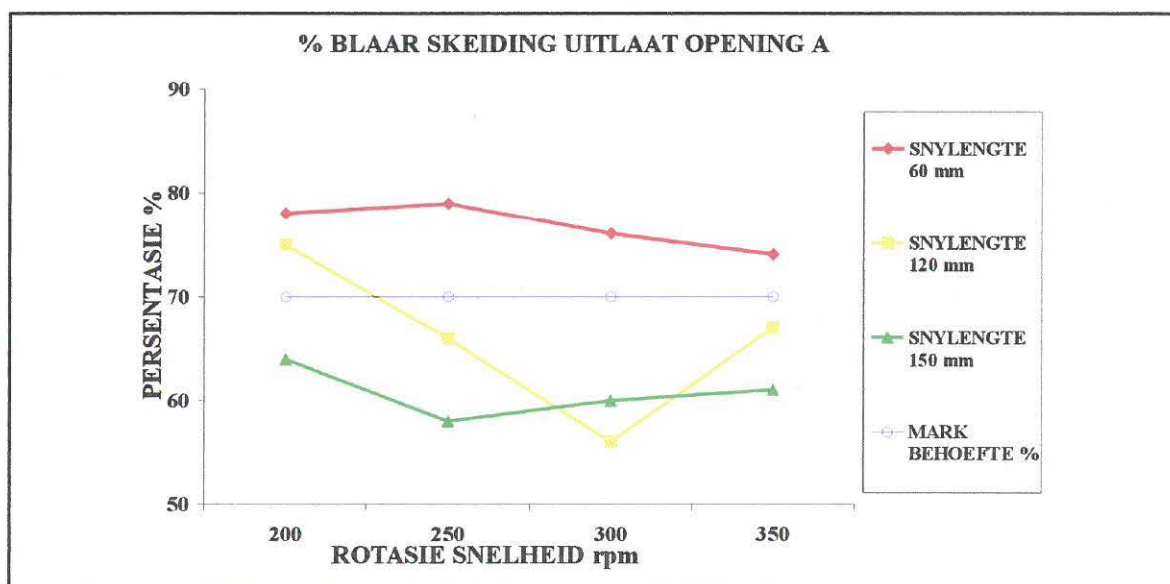
Die algehele gevolgtrekking vir die eerste groep lusern wat gesny is met 'n blomstadium van 20 %, is as volg: In die geval waar die stingellengte 60 mm en die rotasiesnelheid van die skeidingsspiraal 350 r.p.m. was, het die beste skeiding van hoë- en lae proteïenkomponente by uitlate A, B, C en D voorgekom. In die gevalle waar die stingellengte 120 mm en 150 mm was, is daar ook aan die mark se behoefte voldoen, maar nie so goed soos in die geval waar die stingellengte 60 mm was nie.

#### 6.4.2.2 100 %-Blomstadium

In Figure 6.6 tot 6.9 word daar na die groep lusern gekyk wat met 'n blomstadium van 100 % gesny is. Daar word weer afsonderlik na uitlate A, B, C en D gekyk om te bepaal waar optimum skeiding tussen hoë- en lae proteïenkomponente van lusern voorgekom het.

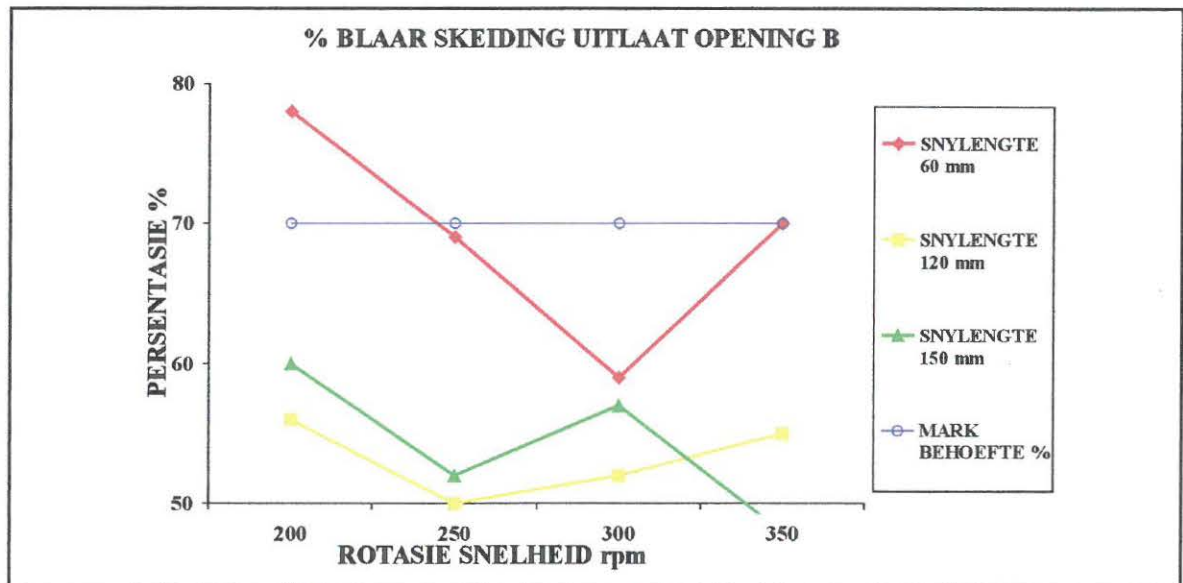
In Figuur 6.6, wat uitlaat A verteenwoordig, kan duidelik gesien word dat die skeidingspersentasie van die lusern met 'n 100 %-blomstadium aansienlik swakker is as in die geval waar daar van lusern met 'n blomstadium van 20 % gebruik gemaak is. Weereens het lusern met 'n stingellengte van 60 mm beter presteer as in die gevalle waar die stingellengte 120 mm en 150 mm was.

By uitlaat A het die beste skeiding teen 'n rotasiesnelheid van 250 r.p.m. voorgekom.



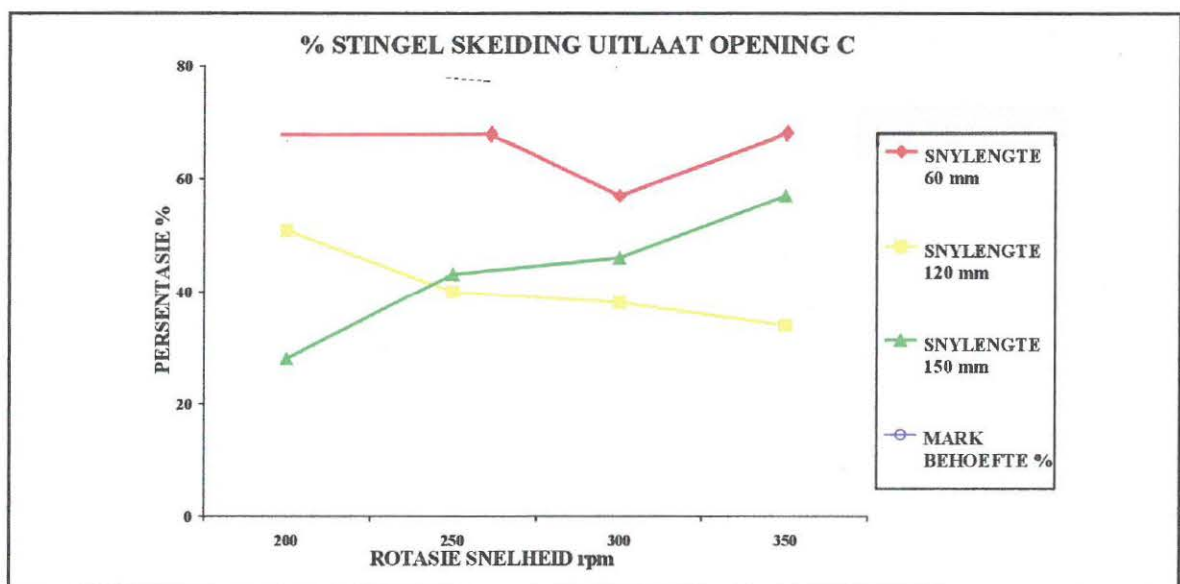
Figuur 6.6 Persentasie hoëproteïenskeiding

In die geval van uitlaat B het die beste skeiding weereens voorgekom waar die stingellengte 60 mm was, maar teen 'n rotasiesnelheid van 200 r.p.m. Oor die algemeen word die markbehoefte van 70% nie bevredig nie.



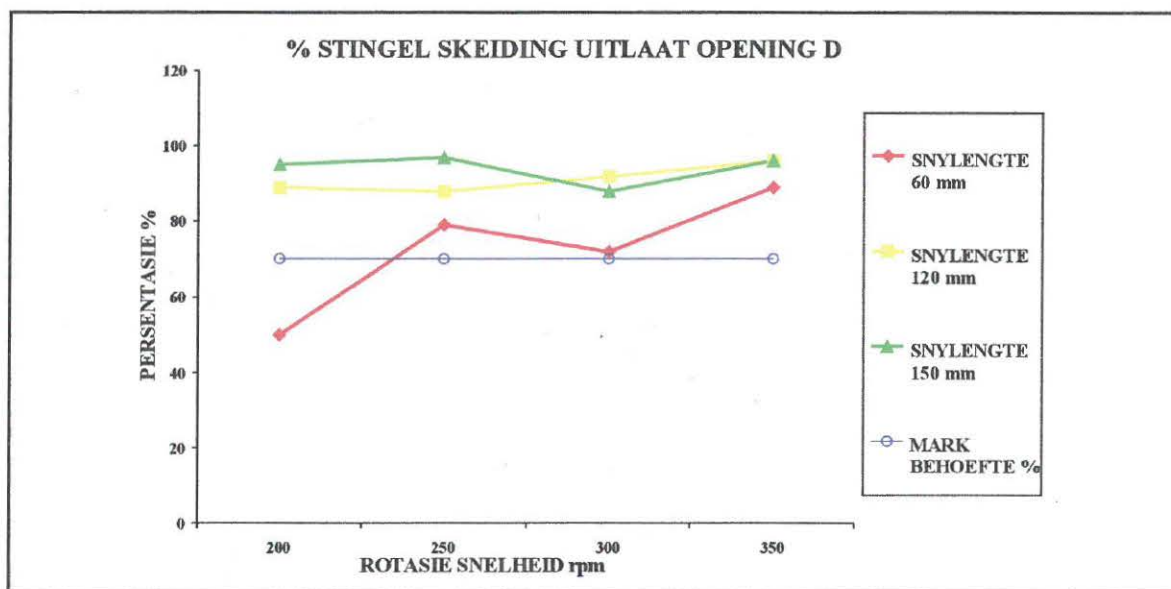
**Figuur 6.7 Persentasie hoëproteïenskeiding**

By uitlaat C was die beste geval weer met 'n stingellengte van 60 mm, maar teen 'n rotasiesnelheid van 250 r.p.m. Die markbehoefte word oor die algemeen ook nie bevredig nie.



**Figuur 6.8 Persentasie hoëproteïenskeiding**

Figuur 6.9 verteenwoordig uitlaatopening D se skeidingspersentasie vir die laepteïengedeelte by stingellengtes van 60 mm, 120 mm en 150 mm. Die rotasiesnelheid van die skeidingsspiraal het ook gewissel van 200 r.p.m. tot 350 r.p.m. Die beste skeiding het duidelik voorgekom waar die stingellengte 150 mm en die rotasiesnelheid 250 r.p.m. was.



**Figuur 6.9 Persentasie laepteïenskeiding**

## 6.5 BESPREKING VAN RESULTATE

Volgens die toetsverslag van die LNR het die lusern wat op 20 %-blomstadium gesny en geskei is, baie beter resultate gelewer as die groep lusern wat eers teen 100 %-blomstadium gesny en geskei is. Die blare het 'n laer veselinhoud getoon by die NBV en SBV-kolom, wat dienooreenkomstig baie hoog in proteïenwaarde was. Die skeiding van die hoë- en laepteïenkomponente was dus suksesvol.

Volgens Figure 6.2 tot 6.4 word dieselfde tendens ten opsigte van die hoëpteïenskeiding vir die 20%- blomstadium gesien. In al die gevalle is die skeiding bo die markbehoefte van 70 %. Soos gesien kan word in Figure 6.2 tot 6.4, word die maksimum skeiding by uitlate A, B en C elke keer teen 'n snylengte van 60 mm en teen 'n rotasiesnelheid van 350 r.p.m. behaal. Figuur 6.5 toon dat die beste skeiding van laepteïengedeeltes teen 'n snylengte van 60 mm en met 'n rotasiesnelheid van 350 r.p.m. behaal word.



Figure 6.6 tot 6.8 toon dat daar nie aan die markvereiste ten op sigte van effektiewe skeiding voldoen is nie, as gevolg van die swakker gehalte lusern wat gebruik is. Die lusern se blomstadium was 100 %. Figuur 6.9 toon beter skeiding van lae proteïenkomponente teenoor die markbehoefte van 70 %. In hierdie geval kan dit wees dat hierdie groep lusern baie rof hanteer is tydens die baalproses.

Hierdie resultate bevestig dat daar van 'n hoë graad lusern met goeie kwaliteit gebruik gemaak moet word om optimum skeiding met die lusernseidingsapparaat te verkry.

Deur 'n klein aanpassing van die rotasiesnelheid op die skeidingsspiraal te doen, kon die toetse suksesvol voltooi word om die skeidingsdoeltreffendheid tussen hoë- en lae proteïenkomponente van lusern deur middel van die lusernseidingsapparaat te bepaal. Volgens die resultate is dit duidelik dat die skeiding van die lusern wat met 'n blomstadium van 20 % gesny is elke keer aan die markbehoefte van 70 % skeiding voldoen het. Die opwaartse- en afwaartse tendens in die figure toon slegs dat daar, by spesifieke rotasiesnelhede van die skeidingsspiraal, beter of swakker skeiding tussen hoë- en lae proteïenkomponente voorgekom het.

## 6.6 PROTEÏENTOETSING

Die LNR-Irene Analitiese Dienste het die % droëmateriaal, % As, % Proteïen, % NDF, % ADF en die % In vitro-verteerbaarheid op die organiese materiaal getoets (Tabel 6.5). Volgens die resultate kon daar bepaal word wat die verskillende proteïenvlakke in die verskillende monsters wat geneem is by uitlate A, B, C en D was. Uit die resultate sal dan ook bepaal kan word of die skeidingsproses suksesvol was, al dan nie.

### Tabel 6.5 LNR-TOETSVERSLAG

T15-Baalmonster, T15 A, T15 B, T15 C en T15 D verteenwoordig die eerste groep lusern wat gesny is met 'n blomstadium van 20 % met 'n snylengte van 60 mm en spoed van 350 rpm. Net so verteenwoordig die T24 Baalmonster, T24 A, T24 B, T24 C en T24 D weer die volgende groep lusern wat gesny is met 'n blomstadium van 100 % met 'n snylengte van 60 mm en spoed van 350 rpm.

ONTLEDING: EENHEDE: MONSTERNOMMER	DROË MATERIAAL ASM 047 %	AS ASM 048 %	PROTEÏËN ASM041 %	NDF(NBV) ASM060 %	ADF(SBV) # %	IVOM # %
T15 Baalmonster	89.03	7.79	17.83	43.94	33.88	63.8Z
T15 A (blare)	89.08	11.75	25.14	28.04	16.21	72.03
T15 B (blare)	88.43	8.73	24.49	32.58	20.09	72.22
T15 C (blare)	88.43	7.88	22.13	34.62	24.28	65.88
T15 D (stingels)	89.95	4.73	10.78	58.35	46.77	50.06
T24 Baalmonster	88.8	6.89	16.92	43.96	38.3	59.61
T24 A (blare)	88.76	12.51	25.79	25.73	12.51	71.17
T 24 B (blare)	88.44	10.36	26.23	26.09	15.49	72.45
T 24 C (blare)	88.38	9.93	26.2	27.39	14.27	72.93
T 24 D (stingels)	89.9	5.18	11.85	54.09	44.88	55.18

Resultate op lugdroogbasis.

# Nie SANAS-geakkrediteerde metodes.

As: Organiese droëmateriaal

NDF (NBV): Nutraalbestande vesel

ADF (SBV): Suurbestande vesel

IVOM: In vitro-verteerbaarheid van die organiese materiaal

Vir die 20 % blomstadium, wat verteenwoordig word deur die monstergroep T15 A, is die proteïënhoud by T15 A tot T15 C, wat die blare verteenwoordig, wel bo die verlangde 20 % - waarde, terwyl die veselinhoud (NBV en SBV) van T15 D (die stingelgedeelte) weer hoër is as die blaargedeeltes. T15 D se proteïënhoud is egter slegs 10,78 %. Dit toon dus dat die skeiding tussen blaar- en stingelkomponente suksesvol met die lusersskeidingsapparaat uitgevoer kan word.

Dieselfde tendens word waargeneem met die 100 %-blomstadium wat deur die groep T24 verteenwoordig word. Monsters T24 A, T24 B en T24 C verteenwoordig die blaargedeeltes en T24 D verteenwoordig die stingelgedeeltes. Alhoewel die pro-

teïeninhoud ook hier aan die markvereiste voldoen, gee die lusernskeidingsapparaat egter 'n swakker skeiding as  $< 70 \%$ .

Die LNR- toetsverslag bevestig dat die skeiding in hoë- en laeproteïenkomponente suksesvol met die prototipe lusernskeidingsapparaat uitgevoer kan word.

## 6.7 KAPASITEITSTOETS

Volgens Figuur 6.2 tot 6.4 sal daar van die volgende snylengte en rotasiesnelheid gebruik gemaak word om die kapasiteitstoets uit te voer.

Snylengte:	60 mm
Omwentelingssnelheid:	350 r.p.m.
Blomstadium:	20 %

Drie vierkantige lusernbale is tydens die kapasiteitstoets gebruik om die toets uit te voer. Die totale massa van die bale was 77 kg, die tydperk om die bale te skei was 10 minute en die resultaat was as volg:

Kragverbruiklesing:	$2718,54 - 2718,34 = 1,20 \text{ kWh}$
Massa blare (hoëproteïenkomponent) kg:	18 kg
Massa stingels (laeproteïenkomponent) kg:	59 kg
Kapasiteit (ton/uur):	0,462 ton/uur

Gedurende die kapasiteitstoets is daar 1,20 kWh gebruik om die lusernbale te skei. Daar is wel 'n moontlikheid om op die skeidingsmasjien te bespaar deur van kleiner elektriese motors gebruik te maak.

Geïnstaleerde elektriese motors is 9 kW, maar, soos genome, is kragverbruik 1,20 kWh, dit wil sê die maksimum aanvraag tydens die kapasiteitstoets was 7,2 kW. Omdat 'n produk soos lusern gebruik word, kan daar nie altyd 'n konstante vloei van die produk wees soos in die geval van mielies nie. Die meerkonstante vloei van 'n produk dra by dat daar 'n spesifieke stroom bepaal kan word en sodoende kan 'n berekening gemaak word om van kleiner elektriese motors gebruik te maak.



In die geval van die luserskeidingsmasjien kan daar wel van kleiner elektriese motors gebruik gemaak word, maar dan sal die kapasiteit van die skeidingsmasjien afneem, omdat die kleiner elektriese motors beter beskerm moet word om oorbelading te verhoed. Oorbelading kan ernstige skade aan die elektriese motors tot gevolg hê.

## HOOFSTUK 7

### GEVOLGTREKKING

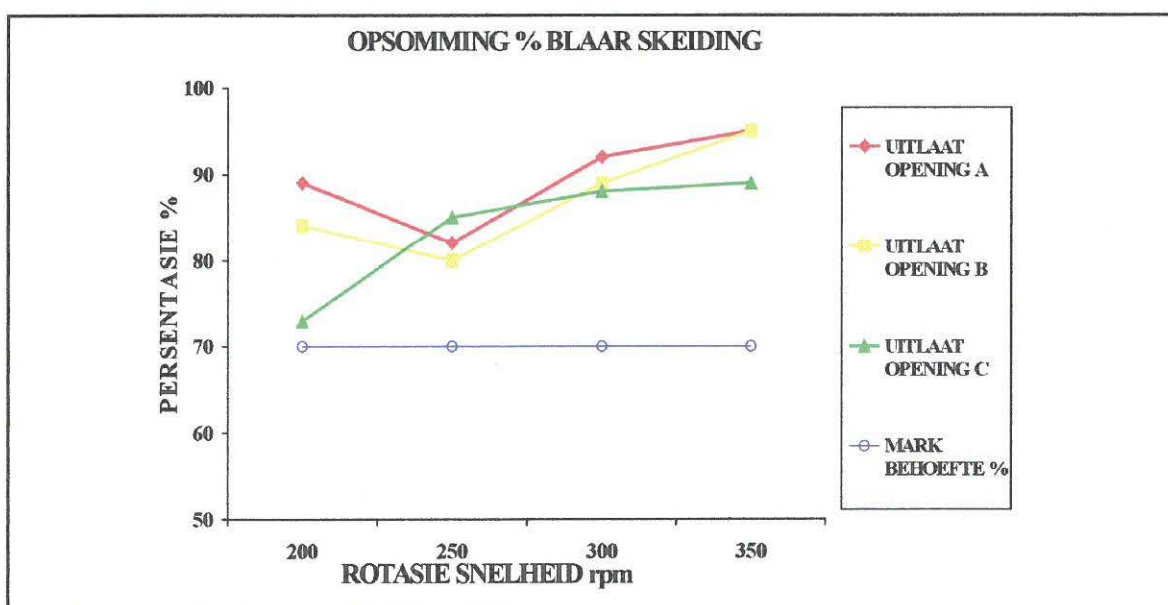
#### 7.1 INLEIDING

'n Samevatting van die lusernseidingsapparaat word vervolgens aangebied, met aanbevelings vir verdere ontwikkeling.

#### 7.2 SKEIDING VAN LUSERN IN HOË- EN LAEPROTEÏENKOMPONENTE

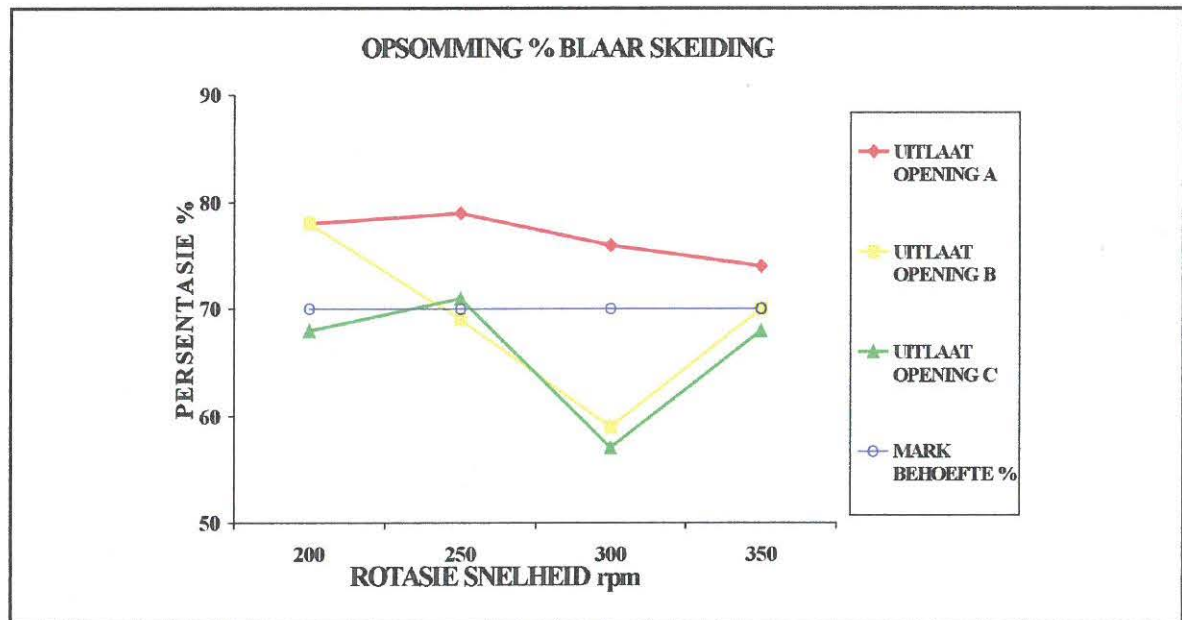
Soos in Hoofstuk 6 vermeld, het die geskeide lusern van die 20 %-blomstadium-groep elke keer aan die markvereiste van 70 % skeiding voldoen vandat die minimum rotasiesnelheid van die skeidingsspiraal verhoog is van 100 r.p.m. na 200 r.p.m. om die verstoppingsprobleem uit te skakel.

In Figuur 7.1 word die beste skeidingspersentasie van die lusernseidingsapparaat opgesom met lusern in 'n blomstadium van 20 %, 'n snylengte van 60 mm en skeidingsspiraalrotasiesnelhede van 200 r.p.m., 250 r.p.m., 300 r.p.m. en 350 r.p.m. by uitlate A, B en C. Die beste skeidingspersentasie van die hoëproteïenkomponent het by uitlate A en B teen 'n rotasiesnelheid van 350 r.p.m. voorgekom.



**Figuur 7.1 Opsomming van persentasie blaarskeiding by uitlate A, B en C teen verskillende rotasiesnelhede**

In Figuur 7.2 word die beste skeidingspersentasie van die lusernseidingsapparaat opgesom met 'n lusernblomstadium van 100 %, 'n snylengte van 60 mm en skeidingsspiraalarotatiesnelhede van 200 r.p.m., 250 r.p.m., 300 r.p.m. en 350 r.p.m. by uitlaat A, B en C. Die beste skeidingspersentasie van die hoëproteïenkomponent het by uitlaat A teen 'n rotasiesnelheid van 250 r.p.m. voorgekom, alhoewel die res nie aan die markvereiste voldoen het nie.



**Figuur 7.2 Opsomming van die persentasie blaarskeiding by uitlate A, B en C teen verskillende rotasiesnelhede.**

Die merkwaardige verskil tussen Figuur 7.1 en Figuur 7.2 is omdat die kwaliteit van die lusern 'n groot rol speel in die skeidingspersentasie wat verkry is. Die lusern-groep met 'n 20 %-blomstadium het baie beter resultate gelever as die lusern-groep met 'n 100 %-blomstadium.

Dit is dus duidelik dat die kwaliteit lusern wat die boer gebruik van baie hoë gehalte moet wees om die optimum skeiding te verkry.

### 7.3 VOORSTELLING VAN FINALE LUSERNSKEIDINGSAPPARAAT

Die lusernseidingsapparaat het goeie resultate gelever, soos in Figuur 6.2 tot 6.5 uitgebeeld, ten opsigte van die skeiding van hoë- en lae-proteïenkomponente. Daar word gepoog om die apparaat te verbeter om 100 %-skeiding tussen hoë- en lae-



proteïenkomponente van lusern te behaal deur in 'n later stadium 'n tweede of selfs 'n derde siffase by te voeg.

Sodoende kan 'n nog skoner produk aan die mark beskikbaar gestel word. Tans is die kapasiteit van die lusernskeidingsmasjien 462 kg/uur. Deur van groter elektriese motors gebruik te maak kan die kapasiteit van die huidige prototipe verhoog word na 'n ton, en selfs meer as 'n ton, per uur. Soos in Hoofstuk 6 vermeld, het die huidige masjien tydens die kapasiteitstoets 7,2 kW gebruik uit die totaal van 9 kW motors wat geïnstalleer is. Die aanbeveling is dat daar van groter of kleiner elektriese motors gebruik gemaak kan word ten opsigte van die klient se kapasiteitsbehoefte. In die geval van 'n hoë kwaliteit lusern het die beste skeiding by uitlaat A en B teen 'n rotasiesnelheid van 350 r.p.m. op 'n afstand tussen 400 mm en 900 mm voorgekom. Met verwysing na Tabel 7.1 en Tabel 7.2 het die beste skeiding slegs by uitlaat A voorgekom teen 'n rotasiesnelheid van 350 r.p.m. op 'n afstand van 400 mm. Die aanbevole uitlaatopening se afstandplasing vir die finale lusernskeidingsmasjien is tussen 400 mm en 900 mm vanaf die skroefboor. Al die bewegende dele soos die pluisertol, snytol, skroefboor, skeidingsspiraal, V-bande en kettings aan die skeidingsmasjien word veilig en goed beskerm teen enige beserings tydens die werking van lusern.

Die skeidingsmasjien is ontwikkel om slegs vierkantige bale te verwerk, maar daar is ook boere wat slegs rondelusern bale produseer. Daar sal dus in die toekoms aanpassings aan die lusernskeidingsmasjien aangebring moet word sodat ronde bale ook verwerk kan word.

### 7.3.1 KOSTEVERGELYKING

**Tabel 7.1 KOSTEBESPARING TUSSEN DIE PROTOTIPE EN DIE FINALE LUSERNSKEIDINGSMASJIE**

ONDERDEEL	PROTOTIPE	FINALE MASJIE
Pluisertolas 35 mm - 21,7 mm	R 36,48	R 14,00
Snytolas 40 mm - 10,2 mm	R 77,00	R 4,80
Skeidinsspiraalas 30 mm - 20,3 mm	R12,96	R 14,00
<b>TOTAAL</b>	<b>R 126,44</b>	<b>R 32,80</b>

As daar slegs na die verskillende grootte aste op die afsonderlike onderdele gekyk word, is daar 'n besparing van R 93,64. Soos genoem kan daar ook op die elektriese motors bespaar word, maar dan word die kapasiteit van die lusern skeidingsmasjien beïnvloed. Daarvolgens kan 'n behoeftebepaling van die klient gedoen word om sodoende die finale prys van die skeidingsmasjien te bepaal.

#### 7.4 EKONOMIESE IMPAK

Met die meganiese skeidingsproses kan die boer op kostes vir dierevoeding bespaar, omdat daar nie addisionele proteïene bygevoeg hoef te word nie. Alhowel daar wel skeidingsmasjiene en -tegnieke in die buiteland beskikbaar is, is die kostes vir die plaaslike mark nie ekonomies lewensvatbaar nie. Deur die maal- en skeiprosesse te kombineer, is daar egter in geslaag om 'n meganiese skeidingsproses daar te stel waardeur lusern suksesvol in twee komponente geskei kan word vir volstruis- en melkprodusente.

Kostes om lusern te skei is as volg:

VERGELYKING MET PROKRON 33		
BLAARONTLEDING	RP - 33	RV - 15
PRYS R 2 560/TON	RP - 26	RV - 20
PRYS R 2000/TON	RP - Relatiewe proteïen	RV - Relatiewe vesel

#### KOSTES:

- Arbeid R 64.00/ton
- Versakking R 40.00/ton
- Ander koste R 30.00/ton

Die totale koste per ton is R 134.00 en die totale waarde toegevoeg tot die produk is 64 %. Die HPK kan teen 'n koste van R 2 000.00 per ton verkoop word.

Soos reeds genome, beloop die koste van 'n pneumatiese skeidingsmasjien in die omgewing van R 72 500,00. In vergelyking met die meganiese skeidingsmasjien wat in die orde van R 50 000,00 kos, maak dit nie sin om die pneumatiese skeidingsapparaat van oorsee af in te voer vir plaaslike gebruik nie. Met een volle seisoen van 250 dae sal die masjien ten volle betaal wees.

## **GEDETAILLEERDE LABORATORIUMTELLINGTOETSE**

Vir die volgende laboratoriumtellingtoetstabelle was daar slegs twee veranderlikes, naamlik:

- Snylengte (mm)
- Skeidingspiraalsnelheid (r.p.m.)

Al die totale skeidingspersentasies word in opsommende tabelle in Hoofstuk 5 weergegee.



**Tabel A1: Skeidingspersentasie van hoë en lae proteïene (100 %-blomstadium teen 'n snylengte van 120 mm en omwentelingsnelheid van 200 r.p.m.)**

TOETS NO.:	BLARE	DUN LANGWERPIG STINGELS: BLAARSTINGELS	LANGWERPIGE ST+ SPONSSTINGELS	ENIGE IETS ANDERS ONBEKEND	WAAR IS MONSTER GENEEM
BAAL M 1	18	8	59	4	MO
BAAL M 2	16	3	40	5	MM
1A	200	4	32	6	MR
1A	231	5	131	8	LO
1A	141	10	13	6	MM
1A	120	17	13	8	BM
1A	145	19	25	5	MR
1A	163	25	14	17	LB
1A	142	32	23	19	MB
1A	139	8	89	11	ML
1A	153	8	130	9	RO
1A	161	22	26	2	M
<b>TOTAAL</b>	<b>1595</b>	<b>150</b>	<b>496</b>	<b>91</b>	<b>75 %</b>
1B	90	15	82	4	RB
1B	94	5	84	3	LM
1B	104	6	88	2	MB
1B	81	3	52	3	OM
1B	60	9	15	9	LB
1B	51	3	29	4	RB
1B	65	4	30	7	B
1B	58	3	60	5	LB
1B	89	3	79	7	RO
1B	79	4	82	5	MB
<b>TOTAAL</b>	<b>771</b>	<b>55</b>	<b>601</b>	<b>49</b>	<b>56 %</b>
1C	65	5	46	4	BL
1C	43	4	105	4	M
1C	69	2	43	6	RO
1C	44	4	31	8	O
1C	45	2	41	4	LO
1C	49	2	32	3	RO
1C	48	4	43	6	MM
1C	64	3	46	5	MR
1C	76	3	56	4	RO
1C	45	5	59	5	ML
<b>TOTAAL</b>	<b>548</b>	<b>34</b>	<b>502</b>	<b>49</b>	<b>51 %</b>
1D	0	1	20	1	MM
1D	3	3	27	3	MO
1D	0	5	15	1	MR
1D	1	1	12	1	RO
1D	1	1	16	2	BR
1D	5	1	21	2	LO
1D	0	1	25	1	MB
1D	0	1	9	0	RB
1D	0	1	22	0	LB
1D	1	0	21	2	M
<b>TOTAAL</b>	<b>11</b>	<b>15</b>	<b>188</b>	<b>13</b>	<b>89 %</b>

**Tabel A2: Skeidingspersentasie van hoë en lae proteïene (100 %-blomstadium teen 'n snylengte van 120 mm en omwentelingsnelheid van 250 r.p.m.)**

TOETS NO.:	BLARE	DUN LANGWERPIGE STINGELS BLAARSTINGELS	LANGWERPIGE ST+ SPONSSTINGELS	ENIGE IETS ANDERS ONBEKEND	WAAR IS MONSTER GENEEM
BAAL M 1	2	0	14	1	BO
BAAL M 2	16	2	25	4	ONDER
2A	120	1	50	4	LB
2A	127	1	41	9	RB
2A	110	0	48	7	MM
2A	104	2	44	5	OR
2A	122	0	54	9	OL
2A	96	2	49	5	BM
2A	120	4	49	8	BR
2A	117	0	52	3	BL
2A	162	3	98	4	MR
2A	105	4	79	6	ML
<b>TOTAAL</b>	<b>1183</b>	<b>17</b>	<b>564</b>	<b>60</b>	<b>66 %</b>
2B	82	3	65	6	MR
2B	69	5	93	5	RO
2B	98	3	75	8	LO
2B	72	4	69	7	RB
2B	84	2	77	1	LB
2B	85	4	73	10	MB
2B	80	3	74	12	LB
2B	84	4	74	5	MM
2B	67	2	79	11	ML
2B	77	6	85	6	MO
<b>TOTAAL</b>	<b>798</b>	<b>36</b>	<b>764</b>	<b>71</b>	<b>50 %</b>
2C	35	2	54	6	MB
2C	31	3	52	7	RB
2C	44	1	53	6	MM
2C	51	5	47	2	MO
2C	35	1	67	6	ML
2C	47	3	57	6	MB
2C	20	1	40	4	RB
2C	43	3	66	3	ML
2C	39	1	64	3	MR
2C	45	3	67	8	OM
<b>TOTAAL</b>	<b>390</b>	<b>23</b>	<b>567</b>	<b>51</b>	<b>40 %</b>
2D	0	0	21	1	MB
2D	0	1	18	3	MM
2D	3	0	19	2	MO
2D	6	0	9	1	LO
2D	3	1	32	4	MM
2D	0	0	24	1	MB
2D	9	0	32	4	MO
2D	4	0	35	0	RO
2D	9	2	25	2	LO
2D	0	0	35	2	MM
<b>TOTAAL</b>	<b>34</b>	<b>4</b>	<b>250</b>	<b>20</b>	<b>88 %</b>

**Tabel A3: Skeidingspersentasie van hoë en lae proteïene (100 %-blomstadium teen 'n snylengte van 120 mm en omwentelingsnelheid van 300 r.p.m.)**

TOETS NO.:	BLARE	DUN LANGWERPIGE STINGELS: BLAARSTINGELS	LANGWERPIGE ST+ SPONSSTINGELS	ENIGE IETS ANDERS ONBEKEND	WAAR IS MONSTER GENEEM
BAAL M 1	3	0	13	2	MM
BAAL M 2	14	2	32	3	MB
3A	136	3	73	11	MB
3A	103	2	78	6	RO
3A	80	1	72	8	LO
3A	95	1	80	7	BM
3A	51	1	42	7	BR
3A	73	0	44	6	RO
3A	68	1	47	3	OM
3A	75	1	45	8	LO
3A	63	5	56	5	RO
3A	78	2	60	8	OM
<b>TOTAAL</b>	<b>822</b>	<b>17</b>	<b>597</b>	<b>69</b>	<b>56 %</b>
3B	57	1	51	5	BM
3B	64	0	50	2	MM
3B	56	3	49	6	MR
3B	77	2	33	4	LO
3B	75	3	86	7	RO
3B	70	4	60	2	MM
3B	71	2	64	5	MO
3B	64	2	62	2	MR
3B	76	3	76	3	BL
3B	68	2	85	4	BR
<b>TOTAAL</b>	<b>678</b>	<b>22</b>	<b>616</b>	<b>40</b>	<b>52 %</b>
3C	51	3	88	5	MB
3C	48	3	81	8	LO
3C	46	0	90	4	MM
3C	45	1	73	3	RO
3C	58	4	89	3	MO
3C	35	4	86	1	RB
3C	53	5	82	2	LB
3C	90	2	90	3	MM
3C	42	3	79	4	MR
3C	39	1	75	3	MO
<b>TOTAAL</b>	<b>507</b>	<b>26</b>	<b>833</b>	<b>36</b>	<b>38 %</b>
3D	2	0	24	2	ML
3D	7	3	36	3	RO
3D	3	0	23	2	MO
3D	3	2	33	4	RO
3D	0	0	37	1	MB
3D	2	0	33	1	MM
3D	0	0	19	0	MR
3D	4	1	35	3	LO
3D	0	1	31	0	MB
3D	0	1	37	0	MR
<b>TOTAAL</b>	<b>21</b>	<b>8</b>	<b>308</b>	<b>16</b>	<b>92 %</b>



**Tabel A4: Skeidingspersentasie van hoë en lae proteïene (100 %-blomstadium teen 'n snylengte van 120 mm en omwentelingsnelheid van 350 r.p.m.)**

TOETS NO.:	BLARE	DUN LANGWERPIGE STINGELS: BLAARSTINGELS	LANGWERPIGE ST+ SPONSSTINGELS	ENIGE IETS ANDERS ONBEKEND	WAAR IS MONSTER GENEEM
BAAL M 1	2	0	33	1	LO
BAAL M 2	78	2	48	3	RO
4A	97	2	51	5	M
4A	123	1	57	9	O
4A	116	0	54	3	
4A	107	0	48	6	
4A	138	2	42	6	
4A	114	1	45	8	RB
4A	103	0	44	9	MV
4A	124	0	48	6	MA
4A	104	2	46	8	MM
4A	103	0	54	6	MO
<b>TOTAAL</b>	<b>1129</b>	<b>8</b>	<b>489</b>	<b>66</b>	<b>67 %</b>
4B	84	1	67	5	MO
4B	79	2	66	3	MV
4B	95	1	64	9	BR
4B	75	1	53	7	RO
4B	82	2	48	5	MB
4B	94	0	61	7	BV
4B	69	2	79	8	MO
4B	52	0	54	2	RO
4B	89	2	56	10	LO
4B	92	0	68	4	MM
<b>TOTAAL</b>	<b>811</b>	<b>11</b>	<b>616</b>	<b>60</b>	<b>55 %</b>
4C	41	2	110	4	BM
4C	43	1	70	5	LB
4C	29	2	37	2	OR
4C	40	1	65	3	BR
4C	44	1	45	3	BM
4C	27	2	82	4	MV
4C	33	3	63	5	RO
4C	31	0	78	8	MM
4C	28	1	62	3	MO
4C	31	1	51	5	OV
<b>TOTAAL</b>	<b>347</b>	<b>14</b>	<b>663</b>	<b>42</b>	<b>34 %</b>
4D	0	0	21	1	OR
4D	0	1	32	1	MV
4D	0	2	31	1	BV
4D	0	0	39	2	BM
4D	0	0	24	2	MM
4D	2	0	42	1	LO
4D	2	0	25	1	RO
4D	0	0	10	1	BM
4D	2	0	28	1	OR
4D	2	0	30	0	OV
<b>TOTAAL</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>282</b>	<b>11</b>	<b>96 %</b>

**Tabel A5: Skeidingpersentasie van hoë en lae proteïene (100 %-blomstadium teen 'n snylengte van 150 mm en omwentelingsnelheid van 200 r.p.m.)**

TOETS NO.:	BLARE	DUN LANGWERPIGE STINGELS: BLAARSTINGELS	LANGWERPIGE ST+ SPONSSTINGELS	ENIGE IETS ANDERS ONBEKEND	WAAR IS MONSTER GENEEM
BAAL M 1	1	1	9	1	M
BAAL M 2	1	1	14	1	O
5A	172	7	67	13	MB
5A	166	4	81	8	LM
5A	174	6	72	6	RB
5A	140	5	82	9	MO
5A	60	4	70	8	MR
5A	161	6	69	7	RO
5A	198	5	84	6	LB
5A	126	1	65	15	MM
5A	128	6	71	10	LO
5A	150	4	87	12	MO
<b>TOTAAL</b>	<b>1475</b>	<b>48</b>	<b>748</b>	<b>94</b>	<b>64 %</b>
5B	122	2	78	13	RB
5B	126	4	82	8	LO
5B	95	2	58	4	MM
5B	166	5	101	3	MO
5B	89	2	62	6	MV
5B	93	2	70	7	MB
5B	120	4	80	6	LB
5B	130	1	77	4	MO
5B	114	5	72	5	LM
5B	160	6	79	6	RM
<b>TOTAAL</b>	<b>1215</b>	<b>33</b>	<b>759</b>	<b>62</b>	<b>60 %</b>
5C	24	3	79	8	MB
5C	18	3	56	9	LB
5C	31	2	82	6	MO
5C	19	4	73	9	MM
5C	28	3	72	4	MR
5C	22	1	55	4	MB
5C	32	3	82	5	MR
5C	44	2	75	4	LB
5C	42	4	78	4	ML
5C	16	2	58	5	RO
<b>TOTAAL</b>	<b>276</b>	<b>27</b>	<b>710</b>	<b>58</b>	<b>28 %</b>
5D	0	1	28	0	RO
5D	0	0	16	1	MR
5D	0	1	18	2	MO
5D	0	0	7	0	RB
5D	1	1	29	0	LO
5D	0	2	24	1	MB
5D	1	0	15	0	MM
5D	2	0	26	0	MO
5D	1	0	17	3	LB
5D	0	1	22	0	LM
<b>TOTAAL</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>202</b>	<b>7</b>	<b>95 %</b>

**Tabel A6: Skeidingspersentasie van hoë en lae proteïene (100 %-blomstadium teen 'n snylengte van 150 mm en omwentelingsnelheid van 250 r.p.m.)**

TOETS NO.:	BLARE	DUN LANGWERPIG	LANGWERPIGE ST+ SPONSSTINGELS	ENIGE IETS ANDERS ONBEKEND	WAAR IS MONSTER GENEEM
BAAL M 1	2	1	38	2	MB
BAAL M 2	0	1	25	1	LO
6A	95	2	51	5	LO
6A	169	2	76	4	RO
6A	134	3	126	7	MB
6A	126	4	140	6	MM
6A	112	3	83	9	RO
6A	123	7	86	4	MO
6A	98	5	112	10	LB
6A	99	0	56	3	RB
6A	115	1	72	6	MR
6A	222	0	98	9	M
<b>TOTAAL</b>	<b>1293</b>	<b>27</b>	<b>900</b>	<b>63</b>	<b>58 %</b>
6B	69	4	57	5	LB
6B	92	5	98	4	RB
6B	76	3	62	2	MM
6B	65	6	60	4	MR
6B	129	4	121	6	ML
6B	91	3	89	8	RO
6B	52	1	66	2	BM
6B	97	1	80	5	MV
6B	107	0	81	6	OV
6B	61	1	53	3	BA
<b>TOTAAL</b>	<b>839</b>	<b>28</b>	<b>767</b>	<b>45</b>	<b>52 %</b>
6C	33	1	45	3	MO
6C	45	1	45	2	MM
6C	48	1	75	3	BM
6C	53	0	68	1	BV
6C	39	1	53	4	MV
6C	47	1	70	4	MA
6C	51	0	69	2	LO
6C	31	1	50	7	RO
6C	49	0	66	2	OV
6C	71	1	67	5	BA
<b>TOTAAL</b>	<b>467</b>	<b>7</b>	<b>608</b>	<b>33</b>	<b>43 %</b>
6D	1	0	32	0	LO
6D	0	1	29	0	RO
6D	0	0	35	0	MM
6D	0	1	25	0	ML
6D	2	0	27	1	MR
6D	0	0	36	2	OM
6D	0	2	57	2	BL
6D	0	0	24	1	BR
6D	1	1	47	0	BM
6D	4	0	42	1	VM
<b>TOTAAL</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>354</b>	<b>7</b>	<b>97 %</b>



**Tabel A7: Skeidingspersentasie van hoë en lae proteïene (100 %-blomstadium teen 'n snylengte van 150 mm en omwentelingsnelheid van 300 r.p.m.)**

TOETS NO.:	BLARE	DUN LANGWERPIGE STINGELS: BLAARSTINGELS	LANGWERPIGE ST+ SPONSSTINGELS	ENIGE IETS ANDERS ONBEKEND	WAAR IS MONSTER GENEEM
BAAL M 1	1	1	28	2	RB
BAAL M 2	4	0	11	1	LO
7A	118	0	91	3	MM
7A	125	0	98	1	MB
7A	111	1	83	4	OM
7A	133	1	84	3	MR
7A	124	0	76	3	ML
7A	126	2	80	2	LO
7A	176	2	96	7	RO
7A	181	2	99	4	BR
7A	117	0	67	3	BM
7A	134	1	77	5	BL
<b>TOTAAL</b>	<b>1345</b>	<b>9</b>	<b>851</b>	<b>35</b>	<b>60 %</b>
7B	61	0	73	3	BM
7B	72	1	68	5	MM
7B	74	2	57	3	BR
7B	102	1	62	2	OR
7B	117	0	69	5	LO
7B	107	2	65	4	MR
7B	75	1	57	5	MA
7B	118	1	59	6	MV
7B	95	3	61	3	BL
7B	90	2	75	6	MO
<b>TOTAAL</b>	<b>911</b>	<b>13</b>	<b>646</b>	<b>42</b>	<b>57 %</b>
7C	58	1	42	5	BM
7C	53	1	57	2	RO
7C	55	1	43	5	OV
7C	47	1	57	4	MM
7C	35	2	49	5	BV
7C	65	3	59	3	RO
7C	34	1	46	4	MR
7C	63	0	63	8	LO
7C	46	0	56	4	OA
7C	54	2	86	5	LB
<b>TOTAAL</b>	<b>510</b>	<b>12</b>	<b>558</b>	<b>45</b>	<b>46 %</b>
7D	0	0	7	0	MB
7D	1	2	23	4	MO
7D	2	2	13	3	MR
7D	0	0	12	0	RB
7D	0	0	20	1	RO
7D	0	0	17	1	ML
7D	3	0	8	1	MR
7D	2	1	8	1	BL
7D	3	0	9	1	BR
7D	2	0	8	0	BM
<b>TOTAAL</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>125</b>	<b>12</b>	<b>88 %</b>

**Tabel A8: Skeidingspersentasie van hoë- en lae proteïene (100 % blomstadium teen 'n snylengte van 150 mm en omwentelingsnelheid van 350 r.p.m.)**

TOETS NO.:	BLARE	DUN LANGWERPIGE STINGELS: BLAARSTINGELS	LANGWERPIGE ST+ SPONSSTINGELS	ENIGE IETS ANDERS ONBEKEND	WAAR IS MONSTER GENEEM
BAAL M 1	3	0	46	2	BO
BAAL M 2	2	0	34	3	M
8A	132	4	73	3	RB
8A	120	4	88	6	LB
8A	163	2	88	1	LO
8A	182	5	100	7	RO
8A	238	0	133	7	MB
8A	142	1	94	4	OV
8A	143	3	87	3	LO
8A	151	2	96	5	RB
8A	99	3	76	3	BV
8A	106	1	98	7	BA
<b>TOTAAL</b>	<b>1476</b>	<b>25</b>	<b>933</b>	<b>46</b>	<b>61 %</b>
8B	87	0	83	2	BV
8B	94	1	101	3	MM
8B	75	0	88	3	OM
8B	97	1	104	6	RB
8B	85	2	107	4	MV
8B	89	2	106	3	LB
8B	111	2	109	8	LM
8B	77	3	64	9	MR
8B	87	5	99	2	MV
8B	57	1	42	4	MA
<b>TOTAAL</b>	<b>859</b>	<b>17</b>	<b>903</b>	<b>44</b>	<b>48 %</b>
8C	67	0	55	7	BV
8C	75	1	61	2	MM
8C	54	0	37	3	LB
8C	79	1	44	2	LM
8C	46	0	34	4	OV
8C	55	0	46	3	LO
8C	71	1	43	2	BL
8C	66	1	39	5	MR
8C	70	0	41	6	RO
8C	49	1	35	2	RB
<b>TOTAAL</b>	<b>632</b>	<b>5</b>	<b>435</b>	<b>36</b>	<b>57 %</b>
8D	1	1	31	1	BV
8D	0	0	37	2	MM
8D	2	0	46	3	OV
8D	1	1	50	2	MV
8D	1	0	38	2	MA
8D	0	0	31	0	ML
8D	2	0	48	0	OR
8D	3	0	44	1	LB
8D	2	1	32	0	RB
8D	0	0	37	2	LO
<b>TOTAAL</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>394</b>	<b>13</b>	<b>96 %</b>

**Tabel A9: Skeidingspersentasie van hoë en lae proteïene (100 %-blomstadium teen 'n snylengte van 60 mm en omwentelingsnelheid van 200 r.p.m.)**

TOETS NO.:	BLARE	DUN LANGWERPIG SPONSSTINGELS	LANGWERPIGE ST+ ANDERS	ENIGE IETS GENEEM ONBEKEND	WAAR IS MONSTER
BAAL M 1	9	0	17	1	B
BAAL M 2	79	5	41	2	O
9A	191	1	63	8	BR
9A	189	0	69	8	LB
9A	275	1	70	5	MO
9A	251	1	60	7	LM
9A	260	2	65	2	RM
9A	297	0	59	5	LO
9A	250	0	65	4	BV
9A	259	1	70	10	MM
9A	262	0	69	4	ML
9A	255	1	65	4	MR
<b>TOTAAL</b>	<b>2489</b>	<b>7</b>	<b>655</b>	<b>57</b>	<b>78 %</b>
9B	225	0	63	7	BL
9B	220	1	57	9	BR
9B	213	0	56	11	MV
9B	209	2	39	5	BM
9B	230	1	56	4	MM
9B	240	2	58	9	OR
9B	223	1	52	6	OL
9B	249	2	67	6	MR
9B	217	1	66	6	ML
9B	257	0	59	8	OM
<b>TOTAAL</b>	<b>2283</b>	<b>10</b>	<b>573</b>	<b>71</b>	<b>78 %</b>
9C	220	1	74	6	BM
9C	154	2	86	2	MM
9C	102	2	75	4	BR
9C	146	1	81	7	MR
9C	158	0	67	2	ML
9C	175	2	54	2	BL
9C	127	3	68	4	MO
9C	200	1	79	3	MV
9C	116	4	52	2	MA
9C	176	3	65	3	BV
<b>TOTAAL</b>	<b>1574</b>	<b>19</b>	<b>701</b>	<b>35</b>	<b>68 %</b>
9D	81	2	34	5	LO
9D	0	0	13	1	MB
9D	24	4	18	2	MM
9D	11	0	26	0	BL
9D	31	0	29	1	MV
9D	9	1	34	2	OV
9D	14	0	26	3	BR
9D	12	2	37	2	BV
9D	77	0	46	3	RO
9D	51	1	31	2	MA
<b>TOTAAL</b>	<b>310</b>	<b>10</b>	<b>294</b>	<b>21</b>	<b>50 %</b>



**Tabel A10: Skeidingspersentasie van hoë- en lae proteïene (100 %-blomstadium teen 'n snylengte van 60 mm en omwentelingsnelheid van 250 r.p.m.)**

TOETS NO.:	BLARE	DUN LANGWERPIG	LANGWERPIGE ST+ SPONSSTINGELS	ENIGE IETS ANDERS ONBEKEND	WAAR IS MONSTER GENEEM
BAAL M 1	17	2	28	2	BO
BAAL M 2	50	0	31	3	ONDER
10A	232	2	56	6	MM
10A	273	2	66	8	MR
10A	320	3	63	8	ML
10A	202	1	52	9	BR
10A	294	0	65	5	ML
10A	225	5	47	6	BL
10A	311	4	80	10	MA
10A	312	4	69	7	OL
10A	189	0	56	9	BM
10A	191	3	45	1	BM
<b>TOTAAL</b>	<b>2549</b>	<b>24</b>	<b>599</b>	<b>69</b>	<b>79 %</b>
10B	144	2	72	5	BM
10B	166	4	78	6	BV
10B	162	2	48	4	OV
10B	159	1	77	6	BA
10B	129	4	59	4	MV
10B	150	2	72	3	OM
10B	138	6	61	7	MM
10B	124	1	63	3	MA
10B	171	4	54	4	OR
10B	210	1	69	6	OL
<b>TOTAAL</b>	<b>1553</b>	<b>27</b>	<b>653</b>	<b>48</b>	<b>69 %</b>
10C	88	2	28	3	BM
10C	162	1	30	6	OL
10C	95	1	34	4	MM
10C	125	1	42	5	BR
10C	154	1	44	2	BL
10C	99	6	61	10	ML
10C	103	3	40	6	MR
10C	126	1	60	3	OR
10C	98	3	48	5	BV
10C	133	2	63	6	MV
<b>TOTAAL</b>	<b>1183</b>	<b>21</b>	<b>450</b>	<b>50</b>	<b>71 %</b>
10D	10	1	25	1	LO
10D	5	0	22	0	MR
10D	3	0	14	1	ML
10D	0	2	13	2	BV
10D	1	0	21	1	MV
10D	15	0	25	3	OV
10D	5	0	26	0	BL
10D	9	0	34	1	OR
10D	8	2	23	2	BR
10D	1	0	17	0	MM
<b>TOTAAL</b>	<b>57</b>	<b>5</b>	<b>220</b>	<b>11</b>	<b>79 %</b>

**Tabel A11: Skeidingspersentasie van hoë en lae proteïene (100 %-blomstadium teen 'n snylengte van 60 mm en omwenteling snelheid van 300 r.p.m.)**

TOETS NO.:	BLARE	DUN LANGWERPIG STINGELS: BLAARSTINGELS	LANGWERPIGE ST+ SPONSSTINGELS	ENIGE IETS ANDERS ONBEKEND	WAAR IS MONSTER GENEEM
BAAL M 1	19	1	33	2	BO
BAAL M 2	55	0	29	2	ONDER
11A	206	2	46	7	BM
11A	229	3	55	6	MM
11A	177	5	35	9	OV
11A	189	2	63	5	BV
11A	175	1	44	8	MV
11A	160	0	70	8	OL
11A	212	6	62	5	BV
11A	105	1	35	2	BL
11A	145	1	50	5	ML
11A	172	0	53	2	OR
<b>TOTAAL</b>	<b>1770</b>	<b>21</b>	<b>513</b>	<b>57</b>	<b>76 %</b>
11B	115	2	86	12	MB
11B	117	4	81	8	RB
11B	126	2	77	6	MR
11B	120	5	72	4	LB
11B	130	4	52	7	MM
11B	114	1	74	2	ML
11B	90	3	106	4	LB
11B	158	6	82	11	MO
11B	142	2	73	7	LO
11B	115	1	89	8	MB
<b>TOTAAL</b>	<b>1227</b>	<b>30</b>	<b>792</b>	<b>69</b>	<b>59 %</b>
11C	101	3	79	7	BM
11C	88	2	70	6	MR
11C	71	1	56	8	MM
11C	112	3	69	6	BL
11C	104	4	61	5	ML
11C	95	1	58	6	MO
11C	102	4	84	7	OL
11C	115	3	72	5	OR
11C	67	2	48	4	LB
11C	70	5	61	6	ML
<b>TOTAAL</b>	<b>925</b>	<b>28</b>	<b>658</b>	<b>60</b>	<b>57 %</b>
11D	1	0	9	0	BV
11D	15	0	9	2	MV
11D	5	0	13	0	RB
11D	20	1	18	3	LB
11D	5	1	16	1	ML
11D	6	1	21	3	MR
11D	0	0	18	0	BV
11D	6	0	10	1	OL
11D	3	0	26	2	OR
11D	1	2	21	1	OA
<b>TOTAAL</b>	<b>62</b>	<b>5</b>	<b>161</b>	<b>13</b>	<b>72 %</b>

**Tabel A12: Skeidingspersentasie van hoë- en lae proteïene (100 %-blomstadium teen 'n snylengte van 60 mm en omwenteling snelheid van 350 r.p.m.)**

TOETS NO.:	BLARE	DUN LANGWERPIG STINGELS: BLAARSTINGELS	LANGWERPIGE ST+ SPONSSTINGELS	ENIGE IETS ANDERS ONBEKEND	WAAR IS MONSTER GENEEM
BBAL M 1	14	1	34	3	MM
BAAL M 2	28	2	28	0	OL
12A	180	3	126	8	MB
12A	372	1	70	2	OL
12A	293	4	187	7	ML
12A	224	1	70	3	BL
12A	245	0	76	7	MM
12A	159	2	92	4	BR
12A	188	1	92	5	BV
12A	279	1	49	7	MO
12A	405	2	52	8	MV
12A	277	2	35	6	VO
<b>TOTAAL</b>	<b>2622</b>	<b>17</b>	<b>849</b>	<b>57</b>	<b>74 %</b>
12B	169	2	49	10	BA
12B	194	2	38	12	MR
12B	140	3	60	11	OL
12B	102	3	32	4	BV
12B	147	2	65	1	MM
12B	159	0	70	8	MV
12B	167	1	58	5	ML
12B	113	1	63	7	MA
12B	120	1	59	5	BL
12B	130	0	52	4	BR
<b>TOTAAL</b>	<b>1441</b>	<b>15</b>	<b>546</b>	<b>67</b>	<b>70 %</b>
12C	180	2	52	8	BV
12C	122	5	59	5	MM
12C	135	3	56	7	OV
12C	87	1	65	5	BM
12C	137	3	69	9	MV
12C	143	3	61	6	OM
12C	110	1	47	2	ML
12C	122	1	56	5	MR
12C	150	2	60	6	OL
12C	132	0	58	4	OR
<b>TOTAAL</b>	<b>1318</b>	<b>21</b>	<b>583</b>	<b>57</b>	<b>68 %</b>
12D	0	0	9	1	MM
12D	2	0	14	0	OL
12D	5	0	15	0	OR
12D	0	0	8	0	BV
12D	1	1	11	0	OV
12D	1	0	8	0	ML
12D	0	0	9	1	BL
12D	0	1	16	1	MR
12D	4	1	16	2	OA
12D	0	0	17	0	BM
<b>TOTAAL</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>123</b>	<b>5</b>	<b>89 %</b>



**Tabel A13: Skeidingspersentasie van hoë en lae proteïene (20 %-blomstadium teen 'n snylengte van 150 mm en omwenteling snelheid van 200 r.p.m.)**

TOETS NO.:	BLARE	DUN LANGWERPIG STINGELS: BLAARSTINGELS	LANGWERPIGE ST+ SPONSSTINGELS	ENIGE IETS ANDERS ONBEKEND	WAAR IS MONSTER GENEEM
NAAL M 1	65	0	5	4	MM
BAAL M 2	11	2	18	1	MB
13A	216	4	160	3	MM
13A	352	14	212	5	MO
13A	207	2	77	6	MV
13A	377	2	96	4	OV
13A	289	2	93	3	ML
13A	207	2	38	3	BV
13A	303	4	41	4	MR
13A	277	3	32	6	OL
13A	324	5	86	4	OR
13A	392	3	85	5	OA
<b>TOTAAL</b>	<b>2944</b>	<b>41</b>	<b>920</b>	<b>43</b>	<b>76 %</b>
13B	305	1	58	2	VM
13B	240	2	60	7	ML
13B	262	0	60	2	MR
13B	221	1	71	4	MM
13B	202	2	94	3	BM
13B	266	3	59	2	BL
13B	190	1	45	10	OL
13B	240	2	42	7	OR
13B	152	6	124	3	BR
13B	365	11	188	7	MO
<b>TOTAAL</b>	<b>2443</b>	<b>29</b>	<b>801</b>	<b>47</b>	<b>74 %</b>
13C	141	2	74	4	MB
13C	132	2	82	6	BL
13C	121	3	54	6	MM
13C	156	2	33	6	BR
13C	196	1	30	0	ML
13C	118	2	34	3	OL
13C	131	0	77	4	BV
13C	122	2	59	3	MV
13C	210	1	47	4	OR
13C	163	2	51	4	MR
<b>TOTAAL</b>	<b>1490</b>	<b>17</b>	<b>541</b>	<b>40</b>	<b>72 %</b>
13D	29	2	21	3	BL
13D	10	0	33	6	BR
13D	0	0	21	1	BM
13D	10	2	14	5	MM
13D	11	3	20	2	ML
13D	23	1	20	4	OL
13D	2	1	16	1	MR
13D	24	2	35	4	MV
13D	15	1	14	0	MA
13D	13	0	33	6	BV
<b>TOTAAL</b>	<b>137</b>	<b>12</b>	<b>227</b>	<b>32</b>	<b>63 %</b>

**Tabel A14: Skeidingspersentasie van hoë en lae proteïene (20 %-blomstadium teen 'n snylengte van 150 mm en omwenteling snelheid van 250 r.p.m.)**

TOETS NO.:	BLARE	DUN LANGWERPIG STINGELS: BLAARSTINGELS	LANGWERPIGE ST+ SPONSSTINGELS	ENIGE IETS ANDERS ONBEKEND	WAAR IS MONSTER GENEEM
BAAL M 1	11	0	20	1	MB
BAAL M 2	50	1	14	2	OL
14A	241	2	21	5	BM
14A	283	1	35	4	MM
14A	347	2	24	5	OM
14A	280	0	32	1	BR
14A	311	0	38	3	BV
14A	368	5	49	7	MV
14A	416	2	33	6	OM
14A	175	5	35	13	BL
14A	242	1	36	7	MA
14A	361	1	49	8	OA
<b>TOTAAL</b>	<b>3024</b>	<b>19</b>	<b>352</b>	<b>59</b>	<b>88 %</b>
14B	206	2	36	4	BM
14B	259	0	39	9	MM
14B	237	1	47	6	OM
14B	210	2	44	1	BR
14B	193	1	27	2	MR
14B	239	1	61	5	OR
14B	238	2	25	5	BL
14B	230	6	47	14	ML
14B	220	4	35	13	OL
14B	200	2	39	4	BV
<b>TOTAAL</b>	<b>2232</b>	<b>21</b>	<b>400</b>	<b>63</b>	<b>83 %</b>
14C	141	1	69	4	BM
14C	119	3	42	6	BL
14C	120	0	34	8	MM
14C	114	1	33	5	OL
14C	126	2	31	5	ML
14C	142	2	29	2	MO
14C	146	3	33	6	MR
14C	111	1	20	4	BR
14C	118	6	36	2	BV
14C	134	7	29	3	OR
<b>TOTAAL</b>	<b>1271</b>	<b>26</b>	<b>356</b>	<b>45</b>	<b>76 %</b>
14D	0	1	16	0	BL
14D	2	0	14	0	MM
14D	4	2	12	0	MR
14D	1	1	4	1	BR
14D	1	0	5	0	ML
14D	11	1	2	1	OL
14D	12	3	13	2	OR
14D	1	0	23	1	BM
14D	5	0	24	1	OM
14D	0	0	17	1	BV
<b>TOTAAL</b>	<b>37</b>	<b>8</b>	<b>150</b>	<b>7</b>	<b>78 %</b>

**Tabel A15: Skeidingspersentasie van hoë en lae proteïene (20 %-blomstadium teen 'n snylengte van 150 mm en omwenteling snelheid van 300 r.p.m.)**

TOETS NO.:	BLARE	DUN LANGWERPIG STINGELS: BLAARSTINGELS	LANGWERPIGE ST+ SPONSSTINGELS	ENIGE IETS ANDERS ONBEKEND	WAAR IS MONSTER GENEEM
BAAL M 1	178	2	26	6	BM
BAAL M 2	46	0	11	1	OM
15A	272	2	32	12	BM
15A	232	3	43	10	MM
15A	240	1	22	11	OV
15A	275	1	21	8	BV
15A	101	1	46	3	BA
15A	197	0	49	2	BR
15A	171	1	51	3	BL
15A	189	0	57	2	MR
15A	193	1	59	2	MV
15A	226	0	78	3	ML
<b>TOTAAL</b>	<b>2096</b>	<b>10</b>	<b>458</b>	<b>56</b>	<b>80 %</b>
15B	169	0	36	2	MM
15B	197	0	43	1	MB
15B	212	1	37	2	ML
15B	182	0	56	5	BR
15B	226	3	31	4	BA
15B	240	0	21	5	MV
15B	288	1	47	9	OV
15B	150	2	30	6	BA
15B	231	1	37	5	MA
15B	249	2	39	10	OA
<b>TOTAAL</b>	<b>2144</b>	<b>10</b>	<b>377</b>	<b>49</b>	<b>83 %</b>
15C	87	5	40	6	BR
15C	151	3	57	7	MV
15C	137	1	29	6	OL
15C	145	3	45	2	BL
15C	87	1	54	7	BV
15C	99	1	49	2	BA
15C	86	3	67	2	MM
15C	107	0	59	2	ML
15C	88	0	49	5	MR
15C	112	2	57	3	OL
<b>TOTAAL</b>	<b>1099</b>	<b>19</b>	<b>506</b>	<b>42</b>	<b>67 %</b>
15D	19	0	31	1	BV
15D	9	0	26	0	BR
15D	3	0	22	0	OV
15D	14	1	30	2	OL
15D	16	0	29	4	BL
15D	1	0	2	0	BM
15D	1	0	5	1	MV
15D	6	1	7	1	OA
15D	1	0	6	0	BA
15D	1	1	8	0	OR
<b>TOTAAL</b>	<b>71</b>	<b>3</b>	<b>166</b>	<b>9</b>	<b>70 %</b>



**Tabel A16: Skeidingspersentasie van hoë en lae proteïene (20 %-blomstadium teen 'n snylengte van 150 mm en omwenteling snelheid van 350 r.p.m.)**

TOETS NO.:	BLARE	DUN LANGWERPIG STINGELS: BLAARSTINGELS	LANGWERPIGE ST+ SPONSSTINGELS	ENIGE IETS ANDERS ONBEKEND	WAAR IS MONSTER GENEEM
BAAL M 1	17	1	18	1	MB
BAAL M 2	4	0	17	1	MO
16A	535	1	38	1	OV
16A	493	2	44	4	MV
16A	420	0	42	6	BR
16A	554	3	30	3	OL
16A	382	0	49	2	BL
16A	512	1	47	3	MR
16A	321	2	31	4	BV
16A	489	3	23	2	ML
16A	519	1	20	4	OR
16A	503	2	31	9	BM
<b>TOTAAL</b>	<b>4728</b>	<b>15</b>	<b>355</b>	<b>38</b>	<b>92 %</b>
16B	221	6	39	9	BM
16B	226	3	43	7	MV
16B	245	4	50	11	OR
16B	211	3	60	9	BL
16B	237	5	36	9	ML
16B	304	1	33	6	OL
16B	145	2	41	18	MM
16B	226	1	55	8	OV
16B	128	4	34	7	BR
16B	218	4	41	4	MR
<b>TOTAAL</b>	<b>2161</b>	<b>33</b>	<b>432</b>	<b>88</b>	<b>81 %</b>
16C	180	9	83	10	BR
16C	167	3	63	4	MM
16C	143	2	60	5	BL
16C	154	6	49	8	ML
16C	188	5	64	8	BM
16C	201	1	70	9	MR
16C	224	4	80	4	MB
16C	160	7	92	6	BV
16C	171	6	71	11	MA
16C	216	4	102	7	MV
<b>TOTAAL</b>	<b>1804</b>	<b>47</b>	<b>734</b>	<b>72</b>	<b>70 %</b>
16D	0	1	11	0	MB
16D	2	0	16	0	MM
16D	2	2	26	0	MO
16D	0	0	11	0	ML
16D	0	1	17	0	MR
16D	0	0	10	1	MV
16D	7	1	19	0	MA
16D	1	3	18	1	OV
16D	1	0	9	0	RO
16D	0	0	10	0	BR
<b>TOTAAL</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>147</b>	<b>2</b>	<b>88 %</b>

THIS BOOK IS  
THE PROPERTY  
OF THE  
CENTRAL UNIVERSITY OF  
TECHNOLOGY  
FREE STATE

**Tabel A17: Skeidingspersentasie van hoë en lae proteïene (20 %-blomstadium teen 'n snylengte van 120 mm en omwenteling snelheid van 200 r.p.m.)**

TOETS NO.:	BLARE	DUN LANGWERPIG STINGELS: BLAARSTINGELS	LANGWERPIGE ST+ SPONSSTINGELS	ENIGE IETS ANDERS ONBEKEND	WAAR IS MONSTER GENEEM
BAAL M 1	1	0	20	1	BM
BAAL M 2	4	1	7	1	OM
17A	390	5	76	19	MO
17A	340	9	92	12	MM
17A	203	4	58	17	OR
17A	132	3	47	8	BL
17A	223	4	62	12	ML
17A	379	5	84	13	OL
17A	182	4	48	9	BR
17A	207	5	59	7	MR
17A	375	6	87	11	OV
17A	140	7	53	10	BM
<b>TOTAAL</b>	<b>2571</b>	<b>52</b>	<b>666</b>	<b>118</b>	<b>77 %</b>
17B	238	6	62	10	BM
17B	190	3	57	7	MV
17B	263	2	53	6	MO
17B	200	2	49	7	BR
17B	249	1	54	9	ML
17B	189	6	69	13	OL
17B	183	4	66	8	BL
17B	240	4	55	16	OR
17B	273	3	48	10	OV
17B	125	2	23	7	BV
<b>TOTAAL</b>	<b>2150</b>	<b>33</b>	<b>536</b>	<b>93</b>	<b>78 %</b>
17C	104	1	27	5	BL
17C	115	1	55	1	BR
17C	140	0	25	2	MR
17C	131	0	29	3	ML
17C	135	2	51	4	OL
17C	140	2	42	3	OR
17C	120	1	34	6	BV
17C	132	1	32	3	MA
17C	98	0	22	1	BM
17C	108	0	27	2	MM
<b>TOTAAL</b>	<b>1223</b>	<b>8</b>	<b>344</b>	<b>30</b>	<b>77 %</b>
17D	2	0	19	1	BM
17D	4	0	22	1	MR
17D	2	1	31	2	BV
17D	6	0	16	0	OA
17D	1	0	5	0	OL
17D	0	1	13	2	BL
17D	1	4	10	1	ML
17D	2	2	17	0	OR
17D	1	5	4	0	BL
17D	1	2	9	1	MM
<b>TOTAAL</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>146</b>	<b>8</b>	<b>81 %</b>



**Tabel A18: Skeidingspersentasie van hoë en lae proteïene (20 %-blomstadium teen 'n snylengte van 120 mm en omwenteling snelheid van 250 r.p.m.)**

TOETS NO.:	BLARE	DUN LANGWERPIG STINGELS: BLAARSTINGELS	LANGWERPIGE ST+ SPONSSTINGELS	ENIGE IETS ANDERS ONBEKEND	WAAR IS MONSTER GENEEM
BAAL M 1	227	3	27	7	OM
BAAL M 2	55	3	14	1	BM
18A	456	7	42	6	OV
18A	340	4	33	8	MM
18A	342	4	47	3	OL
18A	211	2	41	8	BL
18A	523	3	52	4	ML
18A	388	7	52	4	LB
18A	480	2	49	7	MB
18A	462	6	57	4	BR
18A	388	2	74	7	MV
18A	412	7	68	4	MR
<b>TOTAAL</b>	<b>4002</b>	<b>44</b>	<b>515</b>	<b>55</b>	<b>88 %</b>
18B	288	6	104	6	MB
18B	209	2	71	11	BL
18B	272	1	76	12	BR
18B	326	7	100	7	MM
18B	289	2	71	4	ML
18B	271	4	92	6	RM
18B	364	4	28	9	BV
18B	244	5	65	8	MR
18B	204	3	40	6	OL
18B	170	5	39	2	BA
<b>TOTAAL</b>	<b>2637</b>	<b>39</b>	<b>686</b>	<b>71</b>	<b>78 %</b>
18C	172	5	49	8	MB
18C	222	4	29	11	MM
18C	235	7	52	7	MO
18C	118	4	38	16	BL
18C	278	2	37	12	ML
18C	320	4	64	10	MR
18C	166	2	72	2	BR
18C	184	3	64	11	BA
18C	214	5	41	7	OL
18C	201	1	62	4	OR
<b>TOTAAL</b>	<b>2110</b>	<b>37</b>	<b>508</b>	<b>88</b>	<b>78 %</b>
18D	3	0	11	3	MB
18D	5	1	10	0	BL
18D	2	2	18	1	BR
18D	4	2	19	3	MM
18D	0	3	3	1	ML
18D	1	4	15	1	MR
18D	5	5	3	1	OL
18D	1	2	3	0	BV
18D	3	3	10	1	MO
18D	8	1	18	4	OR
<b>TOTAAL</b>	<b>32</b>	<b>23</b>	<b>110</b>	<b>15</b>	<b>69 %</b>



**Tabel A19: Skeidingspersentasie van hoë en lae proteïene (20 %-blomstadium teen 'n snylengte van 120 mm en omwenteling snelheid van 300 r.p.m.)**

TOETS NO.:	BLARE	DUN LANGWERPIG STINGELS: BLAARSTINGELS	LANGWERPIGE ST+ SPONSSTINGELS	ENIGE IETS ANDERS ONBEKEND	WAAR IS MONSTER GENEEM
BAAL M 1	8	1	11	7	BM
BAAL M 2	146	1	8	5	OM
19A	309	0	21	0	BM
19A	394	0	39	3	MM
19A	302	6	62	5	BR
19A	405	3	53	7	ML
19A	381	2	42	11	OL
19A	324	4	34	6	BL
19A	389	3	46	10	MR
19A	328	7	42	9	OR
19A	324	2	107	8	OM
19A	248	5	62	4	MV
<b>TOTAAL</b>	<b>3404</b>	<b>32</b>	<b>508</b>	<b>63</b>	<b>86 %</b>
19B	292	7	88	7	ML
19B	396	2	92	3	MR
19B	248	4	68	2	MM
19B	274	3	87	4	ML
19B	228	1	84	4	BL
19B	280	6	68	5	BR
19B	243	4	92	4	MV
19B	364	5	79	7	BM
19B	321	4	29	17	MA
19B	286	1	41	2	OL
<b>TOTAAL</b>	<b>2932</b>	<b>37</b>	<b>728</b>	<b>55</b>	<b>79 %</b>
19C	138	2	44	3	BM
19C	67	3	28	6	ML
19C	241	5	40	11	OL
19C	228	2	80	6	BR
19C	276	3	148	4	BL
19C	244	1	65	7	BV
19C	226	3	92	4	MR
19C	167	2	47	6	BA
19C	155	3	32	3	MO
19C	177	5	33	5	OR
<b>TOTAAL</b>	<b>1919</b>	<b>29</b>	<b>609</b>	<b>55</b>	<b>75 %</b>
19D	2	2	9	0	BM
19D	1	0	17	0	MM
19D	0	2	1	0	OL
19D	2	1	11	0	MR
19D	0	0	15	0	ML
19D	5	2	18	0	MO
19D	4	1	14	1	OR
19D	0	0	7	0	MV
19D	2	1	12	1	BR
19D	2	0	15	0	BL
<b>TOTAAL</b>	<b>18</b>	<b>9</b>	<b>119</b>	<b>2</b>	<b>82 %</b>

**Tabel A20: Skeidingspersentasie van hoë en lae proteïene (20 %-blomstadium teen 'n snylengte van 120 mm en omwenteling snelheid van 350 r.p.m.)**

TOETS NO.:	BLARE	DUN LANGWERPIG STINGELS: BLAARSTINGELS	LANGWERPIGE ST+ SPONSSTINGELS	ENIGE IETS ANDERS ONBEKEND	WAAR IS MONSTER GENEEM
BAAL M 1	4	2	14	1	BM
BAAL M 2	15	1	8	2	ML
20A	368	4	72	3	MM
20A	276	3	84	4	MR
20A	194	3	72	2	ML
20A	521	0	37	9	BM
20A	407	0	42	0	OM
20A	288	0	57	2	BL
20A	437	0	49	2	OL
20A	327	0	37	2	OR
20A	369	0	52	1	MV
20A	468	0	52	1	MA
<b>TOTAAL</b>	<b>3655</b>	<b>10</b>	<b>554</b>	<b>26</b>	<b>86 %</b>
20B	189	0	41	0	BM
20B	232	0	17	0	ML
20B	268	0	29	5	MR
20B	204	4	69	2	BL
20B	274	3	76	4	BR
20B	242	2	81	7	MM
20B	268	4	36	6	BA
20B	290	2	39	7	MO
20B	363	5	51	8	OL
20B	354	3	35	7	OR
<b>TOTAAL</b>	<b>2684</b>	<b>23</b>	<b>474</b>	<b>46</b>	<b>84 %</b>
20C	179	4	33	3	BM
20C	212	2	47	4	MM
20C	166	5	36	10	OL
20C	178	3	51	2	BR
20C	216	4	136	6	BL
20C	246	7	112	4	BA
20C	241	2	89	3	ML
20C	179	0	46	1	BV
20C	193	0	42	3	OR
20C	202	0	57	1	MR
<b>TOTAAL</b>	<b>2012</b>	<b>27</b>	<b>649</b>	<b>37</b>	<b>75 %</b>
20D	7	0	23	0	BM
20D	2	0	27	0	MM
20D	2	0	20	0	BL
20D	1	0	18	0	ML
20D	1	0	29	1	OL
20D	0	1	12	1	BR
20D	0	0	15	2	MR
20D	4	1	18	1	MO
20D	0	0	8	0	OL
20D	0	0	24	0	MA
<b>TOTAAL</b>	<b>17</b>	<b>2</b>	<b>194</b>	<b>5</b>	<b>91 %</b>



**Tabel A21: Skeidingspersentasie van hoë- en lae proteïene (20 %-blomstadium teen 'n snylengte van 60 mm en omwenteling snelheid van 200 r.p.m.)**

TOETS NO.:	BLARE	DUN LANGWERPIG STINGELS: BLAARSTINGELS	LANGWERPIGE ST+ SPONSSTINGELS	ENIGE IETS ANDERS ONBEKEND	WAAR IS MONSTER GENEEM
BAAL M 1	22	1	16	0	MM
BAAL M 2	59	3	22	1	MO
21A	378	0	30	1	BM
21A	309	0	47	2	MM
21A	288	0	49	1	BL
21A	276	0	47	3	ML
21A	257	0	31	2	BR
21A	298	0	30	1	MR
21A	265	0	29	2	BV
21A	329	0	33	2	OM
21A	311	0	28	4	OL
21A	347	0	34	1	OR
<b>TOTAAL</b>	<b>3058</b>	<b>0</b>	<b>358</b>	<b>19</b>	<b>89 %</b>
21B	256	0	39	4	BL
21B	203	0	46	3	MM
21B	189	0	53	2	BR
21B	262	0	48	3	OL
21B	231	0	41	3	MR
21B	258	0	36	0	OR
21B	247	0	32	1	OM
21B	198	0	30	2	BM
21B	202	0	41	1	BV
21B	236	0	40	4	ML
<b>TOTAAL</b>	<b>2282</b>	<b>0</b>	<b>406</b>	<b>23</b>	<b>84 %</b>
21C	156	0	36	5	BL
21C	134	0	42	4	ML
21C	109	0	34	6	MM
21C	156	1	48	2	MR
21C	110	2	36	3	BR
21C	180	0	35	4	BM
21C	139	0	49	2	MV
21C	142	0	41	2	OL
21C	106	5	53	14	BV
21C	124	3	46	45	MO
<b>TOTAAL</b>	<b>1356</b>	<b>11</b>	<b>420</b>	<b>87</b>	<b>73 %</b>
21D	0	0	7	0	BM
21D	0	1	10	0	MR
21D	22	3	16	2	OL
21D	0	3	3	0	BR
21D	5	1	11	1	BL
21D	1	0	10	1	ML
21D	0	0	6	0	MM
21D	1	0	8	0	OR
21D	1	1	9	0	OM
21D	0	0	12	0	OV
<b>TOTAAL</b>	<b>30</b>	<b>9</b>	<b>92</b>	<b>4</b>	<b>71 %</b>



**Tabel A22: Skeidingspersentasie van hoë en lae proteïene (20 %-blomstadium teen 'n snylengte van 60 mm en omwenteling snelheid van 250 r.p.m.)**

TOETS NO.:		DUN LANGWERPIG STINGELS: BLAARSTINGELS	LANGWERPIGE ST+ SPONSSTINGELS	ENIGE IETS ANDERS ONBEKEND	WAAR IS MONSTER GENEEM
BAAL M 1	130	0	17	2	OM
BAAL M 2	56	0	37	1	BM
22A	192	1	68	3	BM
22A	246	0	61	1	OM
22A	237	0	49	1	OL
22A	251	0	49	0	OR
22A	202	0	25	2	MM
22A	189	0	39	1	BR
22A	196	0	45	1	BL
22A	201	0	37	1	BA
22A	212	0	51	1	ML
22A	232	0	42	0	MR
<b>TOTAAL</b>	<b>2158</b>	<b>1</b>	<b>466</b>	<b>11</b>	<b>82 %</b>
22B	223	0	51	1	BM
22B	202	0	40	1	BR
22B	212	0	59	3	BL
22B	240	0	67	0	MM
22B	243	0	61	2	ML
22B	233	0	39	1	MR
22B	220	0	47	2	MV
22B	298	0	71	4	OM
22B	287	0	69	0	OL
22B	256	0	74	1	OR
<b>TOTAAL</b>	<b>2414</b>	<b>0</b>	<b>578</b>	<b>15</b>	<b>80 %</b>
22C	296	0	35	6	OL
22C	269	1	44	14	MM
22C	276	2	47	12	BL
22C	285	1	36	10	MR
22C	247	1	42	9	BR
22C	287	0	43	3	ML
22C	210	1	38	5	BM
22C	227	2	32	4	ML
22C	263	0	25	4	BM
22C	248	1	31	6	OM
<b>TOTAAL</b>	<b>2608</b>	<b>9</b>	<b>373</b>	<b>73</b>	<b>85 %</b>
22D	4	0	15	0	BM
22D	0	0	13	0	BL
22D	2	0	21	1	BR
22D	6	0	17	1	MR
22D	21	1	29	0	OM
22D	0	0	12	0	ML
22D	2	0	21	1	OL
22D	6	0	16	1	MM
22D	11	1	15	1	OR
22D	5	1	10	0	BV
<b>TOTAAL</b>	<b>57</b>	<b>3</b>	<b>169</b>	<b>5</b>	<b>74 %</b>

**Tabel A23: Skeidingspersentasie van hoë en lae proteïene (20 %-blomstadium teen 'n snylengte van 60 mm en omwenteling snelheid van 300 r.p.m.)**

TOETS NO.:		DUN LANGWERPIG STINGELS: BLAARSTINGELS	LANGWERPIGE ST+ SPONSSTINGELS	ENIGE IETS ANDERS ONBEKEND	WAAR IS MONSTER GENEEM
BAAL M 1	48	0	14	4	OM
BAAL M 2	64	0	8	8	BM
23A	376	0	27	2	BM
23A	384	0	35	1	OM
23A	395	1	41	2	OL
23A	361	0	32	1	ML
23A	319	0	46	5	MR
23A	383	1	20	6	MM
23A	363	3	26	0	BR
23A	342	1	21	0	BL
23A	417	0	11	4	OR
23A	433	2	27	3	OV
<b>TOTAAL</b>	<b>3773</b>	<b>8</b>	<b>286</b>	<b>24</b>	<b>92 %</b>
23B	235	2	26	7	BM
23B	322	1	23	0	BL
23B	271	1	17	3	BR
23B	268	0	12	7	OL
23B	311	2	19	8	OR
23B	329	2	22	5	ML
23B	229	0	44	5	MR
23B	248	0	51	4	OM
23B	218	0	37	3	BV
23B	221	0	36	1	MM
<b>TOTAAL</b>	<b>2652</b>	<b>8</b>	<b>287</b>	<b>43</b>	<b>89 %</b>
23C	201	0	35	2	BM
23C	192	0	47	2	ML
23C	187	0	51	3	BR
23C	291	0	39	6	MR
23C	356	0	46	2	OL
23C	297	0	50	3	OR
23C	288	0	36	2	MM
23C	375	0	12	2	OM
23C	257	1	16	4	MV
23C	238	0	19	2	MA
<b>TOTAAL</b>	<b>2682</b>	<b>1</b>	<b>351</b>	<b>28</b>	<b>88 %</b>
23D	28	2	15	0	OL
23D	2	0	12	0	BR
23D	25	0	16	1	MM
23D	24	1	9	1	OR
23D	5	1	10	1	BL
23D	21	9	16	3	OM
23D	30	1	17	1	ML
23D	25	0	19	3	MR
23D	13	1	10	1	BM
23D	10	0	15	0	BV
<b>TOTAAL</b>	<b>183</b>	<b>15</b>	<b>139</b>	<b>11</b>	<b>43 %</b>



**Tabel A24: Skeidingspersentasie van hoë en lae proteïene (20 %-blomstadium teen 'n snylengte van 60 mm en omwenteling snelheid van 350 r.p.m.)**

TOETS NO.:		DUN LANGWERPIG STINGELS: BLAARSTINGELS	LANGWERPIGE ST+ SPONSSTINGELS	ENIGE IETS ANDERS ONBEKEND	WAAR IS MONSTER GENEEM
BAAL M 1	23	1	13	3	BM
BAAL M 2	57	0	15	5	OM
24A	383	0	18	3	BL
24A	482	1	14	5	OL
24A	468	1	13	5	OR
24A	412	1	9	2	ML
24A	374	0	12	6	BR
24A	478	0	15	7	OM
24A	336	1	21	4	MM
24A	324	0	22	7	BM
24A	430	1	13	3	MR
24A	406	0	17	6	BA
<b>TOTAAL</b>	<b>4093</b>	<b>5</b>	<b>154</b>	<b>48</b>	<b>95 %</b>
24B	362	1	19	2	OM
24B	335	0	17	6	MR
24B	293	1	8	2	BL
24B	358	1	22	3	ML
24B	382	0	10	4	OR
24B	316	1	14	4	BR
24B	325	2	16	5	OL
24B	351	2	19	6	MM
24B	306	1	9	7	BM
24B	334	0	13	4	MA
<b>TOTAAL</b>	<b>3362</b>	<b>9</b>	<b>147</b>	<b>43</b>	<b>95 %</b>
24C	270	2	29	9	MA
24C	262	0	34	8	ML
24C	289	1	22	10	MR
24C	306	1	27	5	OM
24C	317	0	28	8	OR
24C	276	0	35	10	MM
24C	311	1	32	12	MV
24C	297	2	29	3	BR
24C	268	0	30	6	BL
24C	320	0	23	8	OL
<b>TOTAAL</b>	<b>2916</b>	<b>7</b>	<b>289</b>	<b>79</b>	<b>89 %</b>
24D	1	0	7	0	MR
24D	6	0	10	1	OR
24D	3	0	9	1	OM
24D	2	0	8	0	ML
24D	0	0	5	0	BL
24D	15	0	9	1	OL
24D	0	0	5	0	BR
24D	1	0	5	0	MM
24D	11	0	8	0	OA
24D	0	1	7	0	OV
<b>TOTAAL</b>	<b>39</b>	<b>1</b>	<b>73</b>	<b>3</b>	<b>66 %</b>



**Tabel A25: Kapasiteitstoets van skeidingspersentasie van hoë en lae proteïene (20 %-blom-stadium teen snylengte van 120 mm en omwentelingsnelheid van 250 r.p.m.)**

TOETS NO.:		DUN LANGWERPIG STINGELS: BLAARSTINGELS	LANGWERPIGE ST+ SPONSSTINGELS	ENIGE IETS ANDERS ONBEKEND	WAAR IS MONSTER GENEEM
BAAL M 1	26	1	15	3	BM
BAAL M 2	43	2	13	6	OM
25A	483	2	36	8	MM
25A	508	2	32	5	OM
25A	464	1	35	3	BM
25A	421	1	44	3	BR
25A	493	0	49	7	ML
25A	438	2	36	5	BL
25A	487	0	30	2	MR
25A	501	0	42	3	OR
25A	523	1	31	3	OL
25A	506	3	33	5	MA
<b>TOTAAL</b>	<b>4824</b>	<b>12</b>	<b>368</b>	<b>44</b>	<b>92 %</b>
25B	487	0	16	4	MR
25B	426	0	44	10	BM
25B	509	1	39	6	OM
25B	484	2	48	4	ML
25B	471	0	40	4	BR
25B	523	0	36	2	OL
25B	492	2	25	2	OR
25B	421	1	52	2	BL
25B	436	1	27	3	BA
25B	478	3	33	5	MM
<b>TOTAAL</b>	<b>4727</b>	<b>10</b>	<b>360</b>	<b>42</b>	<b>92 %</b>
25C	325	1	59	1	MM
25C	337	0	47	2	ML
25C	375	1	55	5	OR
25C	293	1	54	2	BM
25C	312	0	48	3	BR
25C	384	2	38	3	OL
25C	343	2	62	5	MR
25C	318	3	41	4	BL
25C	324	1	49	3	OM
25C	284	1	46	6	BA
<b>TOTAAL</b>	<b>3295</b>	<b>12</b>	<b>4998</b>	<b>34</b>	<b>86 %</b>
25D	59	2	20	0	OL
25D	52	0	24	1	OM
25D	67	2	40	1	OR
25D	15	0	23	0	ML
25D	3	0	17	0	BM
25D	1	0	6	0	BR
25D	13	1	19	1	BL
25D	24	1	10	0	MR
25D	17	0	22	0	MM
25D	54	0	22	4	OR
<b>TOTAAL</b>	<b>305</b>	<b>6</b>	<b>203</b>	<b>7</b>	<b>40 %</b>

## BEREKENINGS

### 1. BEPALING VAN DIE PLUISERTOL SE WERKLIKE ASDIAMETER

$$P = (2 \times \pi N \times T) / 60$$

$$1,1 \times 10^3 = (2 \times \pi \times 60 \times T) / 60$$

$$T = \underline{175,0704 \text{ Nm}}$$

#### 1.1 POLÊRE TWEDE MOMENT VIR DIE AREA VAN 'N SOLIEDE AS MET 'N ASDIAMETER VAN 35 mm

$$J = (\pi \times D^4) / 32$$

$$J = (\pi \times 0,0354) / 32$$

$$J = \underline{147,32 \times 10^{-9} \text{ m}^4}$$

#### 1.2 SKUIFSPANNING OP DIE 35 mm SOLIEDE AS

$$\tau = (T \times r) / J$$

$$\tau = (175,0704 \times 0,0175) / 147,32 \times 10^{-9}$$

$$\tau = \underline{20,796 \text{ MPa}}$$

#### 1.3 WERKLIKE ASDIAMETER

Die skuifspanning vir sagte staal is 175 MPa

Veiligheidsfaktor van 2:1

$$\tau = 175 / 2$$

$$\tau = 87,5 \text{ MPa}$$

$$\tau = (T \times r) / J$$

$$r = D / 2 \text{ en } J = (\pi \times D^4) / 32$$

$$D / 2 = [(\tau \times (\pi \times D^4) / 32) / T_{\text{motor}}]$$

$$\begin{aligned}
 D / 2 &= [(87,5 \times 10^6 \times (\pi \times D^4) / 32) / 175,0704 \\
 D / 2 &= 49\,067,646 D^4 \\
 D &= 98\,135,292 D^4 \\
 1 &= 98\,135,292 D^3 \\
 D^3 &= 10,190 \times 10^{-6} \\
 D &= 0,0217 \text{ m} \\
 D &= \underline{21,7 \text{ mm}}
 \end{aligned}$$

#### 1.4 BEPAAL NUWE POLÊRE TWEDE DRAAIMOMENT VAN DIE WERKLIKE AS MET DIAMETER VAN 21,7 mm

$$\begin{aligned}
 J &= (\pi \times D^4) / 32 \\
 J &= (\pi \times 0,0217^4) / 32 \\
 J &= \underline{21,769 \times 10^{-9} \text{ m}^4}
 \end{aligned}$$

#### 1.5 SKUIFSPANNING VAN DIE 21,7 mm AS

$$\begin{aligned}
 \tau &= (T \times r) / J \\
 \tau &= (175,0704 \times 0,0109) / 21,769 \times 10^{-9} \\
 \tau &= \underline{87.258 \text{ MPa}}
 \end{aligned}$$

### 2. WRINGKRAAG VAN SNYTOL

$$\begin{aligned}
 P &= 2\pi NT / 60 \\
 5,5 \times 10^3 &= (2 \times \pi \times 2885 \times T) / 60 \\
 T &= \underline{18,2049 \text{ Nm}}
 \end{aligned}$$

#### 2.1 POLÊRE TWEDE MOMENT VIR DIE AREA VAN 'N SOLIEDE AS MET 'N ASDIAMETER VAN 40mm

$$\begin{aligned}
 J &= (\pi \times D^4) / 32 \\
 J &= (\pi \times 0,04^4) / 32 \\
 J &= \underline{251,33 \times 10^{-9} \text{ m}^4}
 \end{aligned}$$



## 2.2 SKUIFSPANNING OP DIE 40 mm SOLIEDE AS

$$\begin{aligned}\tau &= (T \times r) / J \\ \tau &= (18,2049 \times 0,02) / 251,33 \times 10^{-9} \\ \tau &= \underline{1,448 \text{ MPa}}\end{aligned}$$

## 2.3 WERKLIKE ASDIAMETER

Die skuifspanning vir sagte staal is 175 MPa

Veiligheidsfaktor van 2:1

$$\tau = 175 / 2$$

$$\tau = 87,5 \text{ MPa}$$

$$\tau = (T \times r) / J$$

$$r = D / 2 \text{ en } J = (\pi \times D^4) / 32$$

$$\begin{aligned}D / 2 &= [(\tau \times (\pi \times D^4) / 32) / T_{\text{motor}}] \\ D / 2 &= [(87,5 \times 10^6 \times (\pi \times D^4) / 32) / 18,2049] \\ D / 2 &= 47\,1867,0475 D^4 \\ D &= 943\,734,0949 D^4 \\ 1 &= 943\,734,0949 D^3 \\ D^3 &= 1,0596 \times 10^{-6} \\ D &= 0,0102 \text{ m} \\ D &= \underline{10,2 \text{ mm}}\end{aligned}$$

## 2.4 BEPAAL NUWE POLÊRE TWEDE DRAAIMOMENT VAN DIE WERKLIKE AS MET DIAMETER VAN 10,2 mm

$$\begin{aligned}J &= (\pi \times D^4) / 32 \\ J &= (\pi \times 0,0102^4) / 32 \\ J &= \underline{1,0606 \times 10^{-9} \text{ m}^4}\end{aligned}$$

## 2.5 SKUIFSPANNING VAN DIE 10,2 mm AS

$$\begin{aligned}\tau &= (T \times r) / J \\ \tau &= (18,2049 \times 0,0051) / 1,0606 \times 10^{-9} \\ \tau &= \underline{87.5 \text{ MPa}}\end{aligned}$$

## 3. WRINGKRAG VAN SKEIDINGSPIRAAL VIR DIE GEVAL WAAR DIE SKEIDINGSSPIRAAL TEEN 200 r.p.m. ROTEER

$$\begin{aligned}P &= 2\pi NT / 60 \\ 3 \times 10^3 &= (2 \times \pi \times 200 \times T) / 60 \\ T &= \underline{143,2391 \text{ Nm}}\end{aligned}$$

### 3.1 POLÊRE TWEDE MOMENT VIR DIE AREA VAN 'N SOLIEDE AS MET 'N ASDIAMETER VAN 30mm

$$\begin{aligned}J &= (\pi \times D^4) / 32 \\ J &= (\pi \times 0,03) / 32 \\ J &= \underline{79,522 \times 10^{-9} \text{ m}^4}\end{aligned}$$

### 3.2 SKUIFSPANNING OP DIE 30 mm SOLIEDE AS

$$\begin{aligned}\tau &= (T \times r) / J \\ \tau &= (143,2391 \times 0,015) / 79,522 \times 10^{-9} \\ \tau &= \underline{27,01876 \text{ MPa}}\end{aligned}$$

### 3.3 WERKLIKE ASDIAMETER

Die skuifspanning vir sagte staal is 175 MPa

Veiligheidsfaktor van 2:1

$$\begin{aligned}\tau &= 330 \text{ MPa [7]} \\ \tau &= 175 / 2 \\ \tau &= \underline{87.5 \text{ MPa}}\end{aligned}$$

$$\tau = (T \times r) / J$$

$$r = D / 2 \quad \text{en} \quad J = (\pi \times D^4) / 32$$

$$D / 2 = [(\tau \times (\pi \times D^4) / 32) / T_{\text{motor}}$$

$$D / 2 = [(87,5 \times 10^6 \times (\pi \times D^4) / 32) / 143,2391$$

$$D / 2 = 59\,971,7005 D^4$$

$$D = 119\,943,4011 D^4$$

$$1 = 119\,943,4011 D^3$$

$$D^3 = 8,3373 \times 10^{-6}$$

$$D = 0,0203 \text{ m}$$

$$D = \underline{20,3 \text{ mm}}$$

### 3.4 BEPAAL NUWE POLÊRE TWEDE DRAAIMOMENT VAN DIE WERKLIKE AS MET DIAMETER VAN 20,3 mm

$$J = (\pi \times D^4) / 32$$

$$J = (\pi \times 0,0203^4) / 32$$

$$J = \underline{1,6597 \times 10^{-8} \text{ m}^4}$$

### 3.5 SKUIFSPANNING VAN DIE 20,3 mm AS

$$\tau = (T \times r) / J$$

$$\tau = (143,2391 \times 0,0102) / 1,6597 \times 10^{-8}$$

$$\tau = \underline{87.598 \text{ MPa}}$$

## 4. BEPALING VAN DIE TWEDE OPPERVLAKTEMOMENT VAN DIE SNYTOL

### 4.1 TWEDE OPPERVLAKTEMOMENT VAN DIE SKYWE OP DIE 96 mm AS VAN DIE SNYTOL

$$I_{\text{SKYWE}} = \frac{1}{2} M_1 R_1^2 - \frac{1}{2} m_2 r_2^2$$



$M_1$  = massa van skywe

$$M_1 = (\pi r^2 h \times \rho) \times n$$

$$M_1 = (\pi \times 0,112^2 \times 0,006 \times 7\,800) \times 19$$

$$M_1 = \underline{35,0471 \text{ kg}}$$

$m_2$  = massa van gate in skywe

$$m_2 = (\pi r^2 h \times \rho) \times n$$

$$m_2 = (\pi \times 0,048^2 \times 0,006 \times 7\,800) \times 19$$

$$m_2 = \underline{6,4362 \text{ kg}}$$

$$I_{\text{SKYWE}} = \frac{1}{2} M_1 R_1^2 - \frac{1}{2} m_2 r_2^2$$

$$I_{\text{SKYWE}} = (\frac{1}{2} \times 35,0471 \times 0,121^2) - (\frac{1}{2} \times 6,4362 \times 0,048^2)$$

$$I_{\text{SKYWE}} = \underline{0,2488 \text{ kg.m}^2}$$

#### 4.2 TWEDE OPPERVLAKTEMOMENT VAN DIE 96 mm AS VAN DIE SNYTOL

$$I_{\text{AS}} = \frac{1}{2} M_1 R_1^2$$

$$M_{1\text{AS}} = (\pi r^2 l \times \rho)$$

$$M_{1\text{AS}} = \pi \times 0,048^2 \times 0,52 \times 7\,800$$

$$M_{1\text{AS}} = \underline{29,358 \text{ kg}}$$

$$I_{\text{AS}} = (\frac{1}{2} \times 29,358) \times 0,048^2$$

$$I_{\text{AS}} = \underline{0,0338 \text{ kg.m}^2}$$

#### 4.3 TWEDE OPPERVLAKTEMOMENT VAN DIE 40 mm AS

$$I_{\text{AS}} = \frac{1}{2} M_1 R_1^2$$

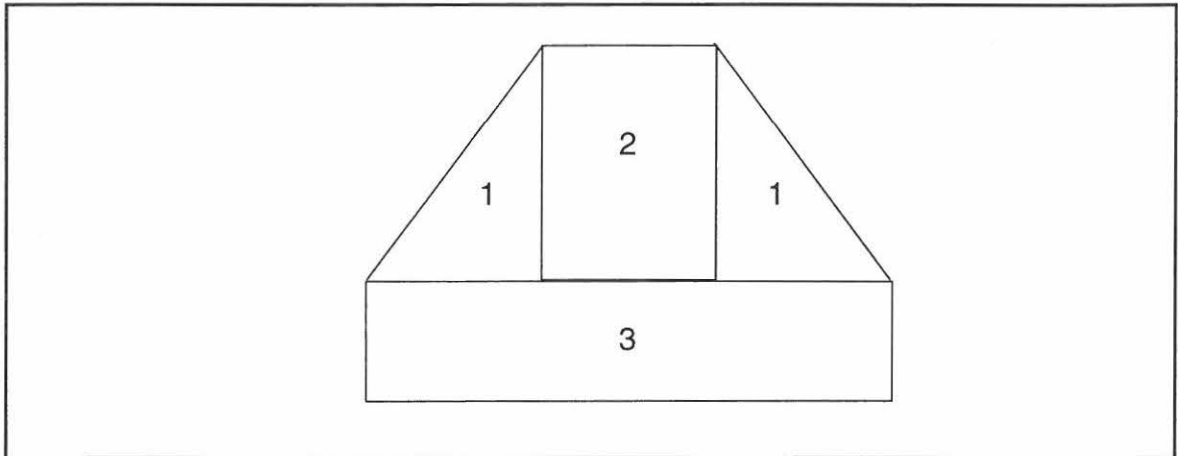
$$M_{2\text{AS}} = (\pi r^2 l \times \rho)$$

$$M_{2\text{AS}} = \pi \times 0,02^2 \times 0,1 \times 7\,800$$

$$M_{2\text{AS}} = \underline{0,9802 \text{ kg}}$$

$$I_{AS} = \left(\frac{1}{2} \times 0,9802 \times 0,02^2\right)$$

$$I_{AS} = \underline{0,0002 \text{ kg.m}^2}$$



## Snylem

### 4.4 TWEDE OPPERVLAKTEMOMENT VAN DIE SNYLEMMETJIES

$$I_{XX-G} = \left(\frac{1}{18} \times m_1 \times h^2\right) \dots\dots\dots (1)$$

$$m_1 = \left(\frac{1}{2} \times b \times h\right) \times t \times \rho$$

$$m_1 = \left(\frac{1}{2} \times 0,031 \times 0,046\right) \times 0,004 \times 7\,800$$

$$m_1 = \underline{0,0222 \text{ kg}}$$

$$I_{XX-G} = \left(\frac{1}{18} \times 0,0222 \times 0,046^2\right)$$

$$I_{XX-G} = \underline{2,6097 \times 10^{-6} \text{ kg.m}^2}$$

$$I_{YY-G} = \left(\frac{1}{18} \times m_1 \times b^2\right)$$

$$I_{YY-G} = \left(\frac{1}{18} \times 0,022 \times 0,031^2\right)$$

$$I_{YY-G} = \underline{1,1746 \times 10^{-6} \text{ kg.m}^2}$$

$$I_{ZZ-G} = I_{XX-G} + I_{YY-G}$$

$$I_{ZZ-G} = 2,6097 \times 10^{-6} + 1,1746 \times 10^{-6}$$

$$I_{ZZ-G} = \underline{3,7843 \times 10^{-6} \text{ kg.m}^2}$$

$$\begin{aligned}
 I_{TOT1} &= [I_{ZZ-G} + y_2^2 \times m_1] \times 2 \\
 I_{TOT1} &= [3,7843 \times 10^{-6} + (0,25733^2 \times 0,0222)] \times 2 \\
 I_{TOT1} &= \underline{0,0029 \text{ kg.m}^2}
 \end{aligned}$$

#### 4.5 TWEDE OPPERVLAKTEMOMENT VAN DIE SNYLEMMETJIES

$$I_{XX-G} = (1/12 \times m_2 \times d^2) \dots\dots\dots (2)$$

$$m_2 = (l \times b) \times t \times \rho$$

$$\begin{aligned}
 m_2 &= (0,072 \times 0,032) \times 0,004 \times 7\,800 \\
 m_2 &= \underline{0,0719 \text{ kg}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_{XX-G} &= (1/12 \times 0,0719 \times 0,072^2) \\
 I_{XX-G} &= \underline{3,1054 \times 10^{-5} \text{ kg.m}^2}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_{YY-G} &= (1/12 \times m_2 \times b^2) \\
 I_{YY-G} &= (1/12 \times 0,0719 \times 0,032^2) \\
 I_{YY-G} &= \underline{6,1355 \times 10^{-6} \text{ kg.m}^2}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_{ZZ-G} &= I_{XX-G} + I_{YY-G} \\
 I_{ZZ-G} &= 3,1054 \times 10^{-5} + 6,1355 \times 10^{-6} \\
 I_{ZZ-G} &= \underline{3,7196 \times 10^{-6} \text{ kg.m}^2}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_{TOT2} &= [I_{ZZ-G} + y_2^2 \times m_2] \times 2 \\
 I_{TOT2} &= [3,7196 \times 10^{-6} + (0,258^2 \times 0,0719)] \times 2 \\
 I_{TOT2} &= \underline{0,0048 \text{ kg.m}^2}
 \end{aligned}$$

#### 4.6 TWEDE OPPERVLAKTEMOMENT VAN DIE SNYLEMMETJIES

$$I_{XX-G} = (1/12 \times m_2 \times d^2) \dots\dots\dots (3)$$

$$m_2 = (l \times b) \times t \times \rho$$

$$\begin{aligned}
 m_3 &= (0,01 \times 0,046) \times 0,004 \times 7\,800 \\
 m_2 &= \underline{0,0144 \text{ kg}}
 \end{aligned}$$



$$I_{XX-G} = (1/12 \times 0,0144 \times 0,046^2)$$

$$I_{XX-G} = \underline{2,5392 \times 10^{-6} \text{ kg.m}^2}$$

$$I_{YY-G} = (1/12 \times m_2 \times b^2)$$

$$I_{YY-G} = (1/12 \times 0,0144 \times 0,01^2)$$

$$I_{YY-G} = \underline{1,2 \times 10^{-7} \text{ kg.m}^2}$$

$$I_{ZZ-G} = I_{XX-G} + I_{YY-G}$$

$$I_{ZZ-G} = 2,5392 \times 10^{-6} + 1,2 \times 10^{-7}$$

$$I_{ZZ-G} = \underline{2,6592 \times 10^{-6} \text{ kg.m}^2}$$

$$I_{TOT3} = [I_{ZZ-G} + y^2 \times m_3] \times 2$$

$$I_{TOT3} = [2,6592 \times 10^{-6} + (0,297^2 \times 0,0144)] \times 2$$

$$I_{TOT3} = \underline{0,0013 \text{ kg.m}^2}$$

$$I_{TOT LEM} = I_{TOT1} + I_{TOT2} + I_{TOT3}$$

$$I_{TOT LEM} = 0,0029 + 0,0048 + 0,0013$$

$$I_{TOT LEM} = \underline{0,009 \text{ kg.m}^2}$$

$$I_{TOT} = I_{LEM} + I_{SKYWE} + I_{AS} + I_{AS}$$

$$I_{TOT} = 0,009 + 0,2445 + 0,0338 + 0,0002$$

$$I_{TOT} = \underline{0,2875 \text{ kg.m}^2}$$

## 5. BEPAAL HOEKVERSNELLING OM BREEKBOUT TE BREEK INDIEN 'N KLIP TYDENS DIE SKEIDINGSPROSES IN DIE MASJEN BELAND

### 5.1 KRAG WAT OP DIE BREEKBOUT VAN 6 mm MOET INWERK OM DIE BREEKBOUT TE BREEK

$$\tau = (F_2 / A)$$

$$A = \pi r^2$$

$$A = \pi \times 0,003^2$$

$$A = \underline{2,8274 \times 10^{-5} \text{ m}^2}$$

$$330 \times 10^6 = F_2 / 2,8274 \times 10^{-5}$$

$$F_2 = \underline{9\,330,53\text{ N}}$$

## 5.2 KRAG WAT OP DIE PUNT VAN DIE LEMMETJIE MOET INWERK

$$F_1 \times r_1 = F_2 \times r_2$$

$$F_1 \times 0,068 = 9\,330,5302 \times 0,062$$

$$F_1 = \underline{8\,507,2481\text{ N}}$$

## 5.3 TOTALE WRINGKRAG OM DIE 6 mm BREEKBOUT TE BREEK

$$T_{\text{TOT}} = F_1 \times (r_1 + r_2)$$

$$T_{\text{TOT}} = 8\,507,2481 \times (0,078 + 0,242)$$

$$T_{\text{TOT}} = \underline{2\,722,3194\text{ Nm}}$$

## 5.4 WRINGKRAG AS GEVOLG VAN TRAAGHEID

$$T_{\text{TOT}} = T_{\text{TRAAGHEID}} + T_{\text{MOTOR}}$$

$$2\,722,3194 = T_{\text{TRAAGHEID}} + 18,2049$$

$$T_{\text{TRAAGHEID}} = \underline{2\,704,1145\text{ Nm}}$$

## 5.5 SNELHEID AS GEVOLG VAN VERTRAGING

$$T_{\text{TRAAGHEID}} = I_{\text{TOT}} \times \alpha$$

$$2\,704,1145 = 0,2971 \times \alpha$$

$$\alpha = \underline{-9\,101,6981\text{ rad/s}^2}$$

## 5.6 BEPAAL TYD AS GEVOLG VAN VERTRAGING

$$\alpha = [(\omega_2 - \omega_1) / t]$$

$$9\,101,6981 = [(0 - 302,1165) / t]$$

$$t = \underline{0,0332\text{ s}}$$

## 5.7 HOEKVERSNELLING OM 6 mm BREEKBOUT TE BREEK

$$\theta = [(\omega_1 + \omega_2) / 2] \times t$$

$$\theta = [(302,1165 + 0) / 2] \times 0,0332$$

$$\theta = \underline{5,0151 \text{ rad}}$$

## 6. AREA OPENING VAN SIFGAATJIE

$$A = \pi r^2 + (l \times b)$$

$$A = \pi \times 0,001^2 + (0,018 \times 0,002)$$

$$A = \underline{3,9142 \times 10^{-5} \text{ m}^2}$$



1. Baines, D.W. & Peterson, E.G. 1951. An investigation of flow through screens. Trans. A.S.M.E. (July).
2. Bilanski, W.K.; Graham, W.D.; Mowat, D.N. & Mokowa, S.S. Separation of alfalfa silage into stem and leaf fractions in a horizontal airstream: 1684-1689.
3. Bilanski, W.K.; Jones, D. & Mowat, D.N. 1986. Mechanical and aerodynamic separation of whole-plant corn silage into grain and stover. Transactions of the ASAE 29(5): 1187-1192.
4. Cilliers, F. Ontleding gedoen vir Camelus Voere -Feeds in pamflet vorm.
5. Chrisman, J.; Kholer, G.O.; Mottola, A.C. & Nelson, J.W. 1971. High and low protein fractions by separation milling of alfalfa. USDA, ARS 74-75.
6. Donald, D. Bell.; Commercial chicken production manual. 1990.729
7. Drotzky, J.G.; 1984. Strength of materials for technicians. 61-79, 237.
8. Farran, I.G. & Macmillan, R.H. 1979. Grain-caff separation in a vertical air stream. J. Agric. Engng. Res. 24:115-129.
9. Hannah J.; Stephens R.C. 1963. Mechanics of machines, Advanced theory and examples. 1-51.
10. Lucern production in South Africa, chair in international Agricultural Marketing and Development, UOFS, August 2000: 1-5.
11. Lucas, N.G. 1978. Whole crop harvesting - Key to a whole new way of farming? Power farming 57(8):8-11.

12. McDonald, P.; Edwards, R.A.; Greenhalg, J.F.D. & Morgan, C.A., 1996. Measure of protein quality for ruminant animals. In: Animal nutrition (5th ed). Longman. Singapore Publishers (Pty.) Ltd. 299-312.
13. Menzies, D. 1966. Aerodynamic properties of alfalfa particles. M.S. thesis, University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada N1G 2W1.
14. Menzies, D. & Bilanski, W.K. 1968. Aerodynamic properties of alfalfa particles. Transaction of the ASAE 11(6):829-831.
15. Mowat, D.N.; Fulkerson, R.S.; Tossel, W.E. & Winch, J.E. 1965. The invitro digestibility and protein content of the leaf and stem portion of forages. Can. J. Plant Sci. 45:321-331.
16. Theron, C.; 2001 Ontwikkeling van die lusernbedryf m.b.t. navorsing in RSA. Lusern Mini-Symposium. 1-7.
17. Van der Merwe, F.J. & Smith, W.Q.A., 1991. Diervoeding, Anim. Sci. (Pty.) Ltd.
18. Van der Merwe, H.; 2001. Evaluasie van lusernkwiteit. Dept Veekunde UOVS. 1-10.
19. Van Horn, H.H., Wilcox, C.J. 1997. Large dairy herd management. Management services American Dairy Science Association.
20. Verreyne, L.J.B.; Snyman J.F. & de Villiers, E.C., 1989. Masjienmeganika. 89-128.
21. Wilton, B.; Amini, F. & Randjbar, I. 1980. Whole crop cereals: A low cost approach. The Agricultural Engineer 35 (1):7-10.
22. AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL, 1992. Technical committee on responses to nutrients, Report no 9. Nutrient requirements of ruminant animals: protein. Farnham Royal, Commonwealth Agricultural Bureaux.